

Histologie und Histochemie

des Menschen.

Histologie und Histochemie

des Menschen.

Lehre von den Form- und Mischungs-Bestandtheilen

des Körpers.

Für Aerzte und Studirende.

Von

Dr. Heinrich Frey,

Professor der Medizin in Zürich.

Mit 388 Figuren in Holzschnitt.

Leipzig,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1859.

Das Recht der englischen und französischen Uebersetzung behält sich der Verleger vor.

VORWORT.

Die beiden Disziplinen, welche den Inhalt vorliegender Schrift bilden, bedürfen hinsichtlich ihrer hohen Bedeutung für das ärztliche Studium heutigen Tages sicherlich keiner neuen Empfehlung. Sie sind ja als Unterlagen einer physiologischen und pathologischen Ausbildung in wenigen Dezennien zu der allgemeinsten Anerkennung gelangt.

Während aber eine Anzahl ausgezeichneter Werke vorliegt, welche den anatomischen oder chemischen Theil getrennt behandeln, vermisst man gegenwärtig eine Verbindung beider zu einem Ganzen, wie sie einstens vor nahezu zwanzig Jahren *Henle* in einem klassischen Buche geliefert hatte. Ebenso ist zur Stunde die Histologie vielfach zu einer mikroskopischen Organbeschreibung geworden und die Behandlung der Gewebe als solcher in den Hintergrund getreten.

Es musste als ein nicht unzeitgemässes Unternehmen erscheinen, die Gewebelehre in Form und Mischung wieder vereinigt zu behandeln. Ob dieses Wagestück dem Verfasser in lite-

rarisch beschränkter Stellung geglückt oder nicht, darüber steht ihm kein Urtheil zu.

Schliesslich noch ein Wort des Dankes an Professor *Koelliker* für die freundliche Bereitwilligkeit, womit die Benutzung einer Anzahl seiner ausgezeichneten Xylographien gestattet wurde.

Zürich, im September 1859.

H. Frey.

INHALTSVERZEICHNISS.

NACHWEIS ZU DEN HOLZSCHNITTEN.

Einleitung.

§ 1.

Durch den Fleiss und die Ausdauer vieler tüchtiger Forscher hatte die Anatomie des Menschen schon am Ende des vorigen Jahrhunderts einen hohen Grad der Ausbildung erreicht. Soweit das anatomische Messer ein Eindringen in den Bau der Theile gestattete, waren diese in einer für das praktische Bedürfniss des Arztes ausreichenden Weise erforscht. Es mag genügen hier an den Namen *Sömmerring*'s zu erinnern. Jenen Entwicklungsgang, welchen wir einem Zuge des menschlichen Geistes zufolge in allen Zweigen der Naturwissenschaften antreffen, hatte die Anatomie ebenfalls durchlaufen; sie hatte aus der Masse der Einzelheiten einen allgemeinen Theil herausgebildet. In der That mussten die Anatomen sehr bald zu der Erkenntniss gelangen, dass gewisse Massen unseres Körpers, wie beispielsweise Knochen, Knorpel, Muskeln, Nerven immer wiederkehren und wenig oder gar nicht verändert in die Zusammensetzung der verschiedenartigsten Theile des Leibes eintreten, und in deren Aufbau oder Struktur eine höchst wichtige Rolle spielen. So entstand eine Strukturlehre des Körpers, eine allgemeine Anatomie.

Indem aber Knochen, Knorpel, Muskel und Nerv wieder ein aus kleineren Theilen zusammengesetztes sind, musste es sich in weiterer Linie um eine Zerspaltung jener, um ein Erkennen der letzten sie bildenden und erbauenden Formelemente handeln. Es bildete sich so der Begriff des thierischen Gewebes hervor und mit ihm ein besonderer Zweig des anatomischen Studiums, die Gewebelehre oder Histologie. Sie ist ein Theil, allerdings der wichtigste, aber keineswegs das Ganze der allgemeinen Anatomie.

Unter Gewebe versteht man organische Massen, insofern sie aus kleineren Theilen zusammengesetzt sind und von diesen in ihren physikalischen, chemischen, anatomischen und physiologischen Eigenschaften bedingt werden. Das Gefüge dieser Massen wird ihre Textur genannt; die kleinen sie bildenden Theile heissen Gewebeelemente. Aber diese letzten Formbestandtheile, diese das Gewebe zusammensetzenden

Theilchen sind im wunderbaren Aufbau des Thierkörpers von einer Kleinheit, dass die Werkzeuge der gewöhnlichen anatomischen Zergliederung zu ihrem Auffinden und Erkennen den Dienst versagen, dass es vielmehr hierzu anderer Hülfsmittel bedarf. Dagegen konnte das Gewebe als solches, wenn es sich nicht um seine weitere Zerspaltung und um das Vordringen bis zu den letzten Bestandtheilen handelte, mit den Mitteln einer älteren Periode bis zu einem gewissen Grade erforscht werden. Und in der That sehen wir die Anfänge einer Gewebelehre schon in den ersten Versuchen einer längst entschwundenen Epoche beginnen. Sie sind für das unendlich vorgeschrittene Wissen der Gegenwart nur noch von historischem Interesse und können darum hier übergangen werden[1]).

Die allgemeine Anatomie aber hatte schon am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Glück, in die Hände eines genialen Mannes zu fallen und durch ihn eine Ausbildung zu erfahren, welche, wenn man der Hülfsmittel damaliger Forschung eingedenk ist, bewundernswürdig genannt werden muss.

Dieser Mann war *M. F. X. Bichat*[2]), welcher schon im 31sten Jahre 1802 zu Paris ein in den Annalen der Heilkunde unvergängliches Leben beschloss. Sohn einer bewegten Zeit, angeregt durch die grossen, gefeierten Naturforscher seiner Tage und — man möchte hinzusetzen — inspirirt von jenem Geiste exakterer Naturforschung, auf welchen die Medizin der Gegenwart so stolz ist, schuf er, obgleich noch im *Haller*'schen Vitalismus stehend, mit Hülfe der Zergliederung, der chemischen Prüfung, des physiologischen Forschens und der pathologischen Untersuchung ein Gebäude der Gewebelehre, über welches die unmittelbar in seine Fusstapfen tretenden Nachfolger beim Mangel neuer Hülfsmittel nicht erheblich hinausgekommen sind[3]).

Mit *Bichat* beginnt und erreicht auch schon ihren Höhepunkt jene erste Periode des histologischen Studiums. Man kann sie als die der Forschung ohne Mikroskop bezeichnen, als diejenige, wo es nicht vergönnt war, zu den Gewebeelementen vorzudringen.

Anmerkung. Die Geschichte der Gewebelehre findet sich behandelt in *Heusinger*'s System der Histologie. Eisenach 1822. — 1) Unter den frühesten Bearbeitern einer Gewebelehre verdient besonders der alte italiensche Anatom *Faloppia* erwähnt zu werden, dessen Leben in die Jahre 1522 oder 1523—1562 fällt und welchem *Haller* das schöne Zeugniss schreibt: »*Candidus vir, in anatome indefessus, magnus inventor, in neminem iniquus.*« Er stellt als Gewebe (»*partes similares*«) folgende auf: 1. Knochen, 2. Knorpel, 3. Nerven, 4. Bänder, 5. Sehnen, 6. Häute, 7. Pulsadern, 8. Blutadern, 9. Fett, 10. Knochenmark, 11. Parenchymatöse Organe. Vergl. *Lectiones Gabrielis Falloppii de partibus similaribus humani corporis ex diversis exemplaribus a Volchero Coiter summa cum diligentia collectae. Norimbergae* 1775. — 2) Die Arbeiten *Bichat*'s sind niedergelegt in einem grösseren Werke, welches unter dem Titel: »*Anatomie générale appliquée à la physiologie et à la médecine*« zu Paris im Jahre 1801 erschien und mehrfach wieder aufgelegt wurde. *Bichat*, in der Gewebelehre schon dasjenige erblickend, was sie bald geworden ist, nämlich eine der wich-

tigsten Grundlagen der Physiologie und der ganzen Heilkunde, stellt eine Eintheilung auf, deren Mängel allerdings eine spätere vorgerücktere Zeit leicht erkennen musste. Die 21 von ihm angenommenen Gewebe aber sind folgende: 1. Zellgewebe. 2. Nervengewebe des animalen Lebens. 3. Nervengewebe des organischen Lebens. 4. Gewebe der Arterien. 5. Gewebe der Venen. 6. Gewebe der aushauchenden Gefässe. 7. Gewebe der Lymphgefässe und ihrer Drüsen. 8. Gewebe der Knochen. 9. Knochenmark. 10. Knorpelgewebe. 11. Fibröses Gewebe. 12. Faserknorpelgewebe. 13. Muskelgewebe des animalen Lebens. 14. Muskelgewebe des organischen Lebens. 15. Schleimhautgewebe. 16. Gewebe der serösen Häute. 17. Gewebe der Synovialhäute. 18. Drüsengewebe. 19. Gewebe der Lederhaut. 20. Oberhautgewebe. 21. Gewebe der Haare. — Der Hülfsmittel, deren sich *Bichat* bei seiner Untersuchung bediente, haben wir schon oben gedacht. Ausgezeichnet aber und ein Vorbild der kommenden Periode sind die Gesichtspunkte seiner Erforschung. Er behandelt das verschiedene Vorkommen der Gewebe im Organismus, die äussere Gestalt, die Textur oder das feinere Gefüge, die Eigenschaften, ihre physiologische Energie, die Wiedererzeugung, die Bildung und die Veränderung derselben in pathologischen Zuständen. — 3) Wir erwähnen hier nur einige Namen als *Walther, Chaussier, Mayer, Cloquet, J. F. Meckel, Rudolphi, Heusinger, Béclard, E. H. Weber.*

§ 2.

Die zweite Periode der Gewebelehre muss als diejenige der **mikroskopischen Forschung** bezeichnet werden, als die des **Vordringens zu den Gewebeelementen.** Unsere Wissenschaft hat von ihr auch den Namen der **mikroskopischen Anatomie**, allerdings in nicht ganz passender Weise, erhalten. In ihren ersten rohen Anfängen verliert sie sich in eine alte, längst entschwundene Zeit, in jene Periode reformatorischer Thätigkeit, welcher wir unser modernes Geistesleben verdanken; in ihrer wissenschaftlichen Entwicklung ist sie ein Kind der Gegenwart und die Begründer dieser modernen Gewebelehre sind fast ohne Ausnahme noch lebende Forscher.

Um die Erfindung des Mikroskops[1]), dieses die Welt des Kleinen erobernden Instrumentes streiten sich drei Nationalitäten, die Britten, Holländer und Italiener. Mag nun *Jansen* (1619), *Drebbel* (1619) oder *Fontana* (1618) der Entdecker sein, so viel steht fest, dass schon vor der Mitte des 17ten Jahrhunderts Mikroskope vielfach hergestellt und bald zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet wurden.

Als die Väter der mikroskopischen Anatomie pflegt man gewöhnlich *Marcello Malpighi* (1628—1694) und *Anton van Leeuwenhoek* (1632—1723) zu bezeichnen. Ersterer[2]) beobachtete den Kreislauf, untersuchte die Drüsen und die Lunge. Letzterer[3]), mit noch sehr unvollkommenen Instrumenten, aber mit sehr grossem ausdauerndem Fleisse ausgerüstet, sah zuerst die Bestandtheile mancher Körpergewebe ziemlich scharf und richtig. Doch waren die Arbeiten *Leeuwenhoek*'s entsprechend dem auf Kuriositäten gerichteten Sinne seiner Zeit weniger Untersuchungen nach einem bestimmten Prinzipe und nach einer wissenschaftlichen Methode,

als vielmehr Entdeckungen merkwürdiger und sonderbarer Sachen, welche er da fand, wo das unbewaffnete Auge nichts Besonderes wahrgenommen hatte. In ihm ist die kindliche Periode der mikroskopischen Anatomie repräsentirt und den Arbeiten des Niederländers mangelt gerade dasjenige, was die Untersuchungen des Franzosen *Bichat* so sehr auszeichnet, die Verbindung der Einzelheiten zum wissenschaftlichen Ganzen. Reihen wir diesen beiden Männern noch die Namen *von Swammerdam* (1637—1685) und *Ruysch* (1638—1731) als die der Erfinder und Begründer des gegenwärtigen Injektionsverfahrens an, so grenzt sich hiermit dieser erste Zeitraum der Gewebelehre an der Hand des neu erfundenen Mikroskops ab.

Die damaligen Instrumente waren höchst unvollkommen und mit den grössten Uebelständen versehen (so dass *Leeuwenhoek* einfacher Linsen sich bediente). Es kann uns daher kein Wunder nehmen, wenn das schwierig zu benutzende und leicht zu Täuschungen führende Mikroskop in der Hand der Nachfolger eine Quelle des Irrthums wurde. So begreifen wir, dass ein Mann wie *Bichat* es vorzog, ohne dieses Hülfsmittel seine allgemeine Anatomie zu begründen.

Es folgte dann für die mikroskopische Histologie eine lange Zeit der Ruhe bis in das 19te Jahrhundert hinein, welche freilich einem glänzenden Aufschwunge unserer Disciplin weichen sollte.

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu *J. Vogel*'s Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops. Leipzig 1841. S. 160. — 2) *Marcelli Malpighii Opera omnia. Londini* 1686 und *Opera posthuma. Lond.* 1697. — 3) Die Arbeiten *Leeuwenhoek*'s finden sich in den *Philosophical Transactions* und in dessen *Opera omnia. Lugd. Bat.* 1722, *Arcana naturae detecta. Delph.* 1695, *Continuatio arcanorum naturae detectorum. Lugd. Bat.* 1722 etc.

§ 3.

Die neue Epoche des Studiums der Gewebe wurde ermöglicht durch die Entdeckung des Achromatismus in der Mitte des vorigen Jahrhunderts und die Herstellung achromatischer Objektivlinsen des Mikroskops. Letztere wird nach der gewöhnlichen Annahme *Fraunhofer* im Jahre 1815 oder 1816 zugeschrieben. Rasch verwandelte sich das Mikroskop aus dem unbequemen trügerischen Werkzeuge vergangener Jahrhunderte in das bequeme sichere Instrument der Gegenwart[1]).

Mit jugendlicher Begeisterung ergriffen, führte in den Händen einer Anzahl ausgezeichneter Forscher das verbesserte Mikroskop in raschem Fluge von Entdeckung zu Entdeckung, so dass sich wenigstens in ihren hauptsächlichsten Theilen die Kenntniss der Gewebeelemente und ihres Zusammentritts zu den einzelnen Geweben in unglaublich rascher Zeit erbaute. Es mag genügen, an die Namen von *Ehrenberg*, *Müller*, *Purkinje*, *R. Wagner*, *Valentin* und *Henle* zu erinnern, wenn es sich um die Begründer der modernen Histologie handelt, zu welchen als weitere Ausbildner

und Förderer eine beträchtliche Anzahl jüngerer Kräfte hinzugekommen sind.

Die ältere nicht mikroskopische Gewebelehre hatte ihren *Bichat* besessen, die neuere Histologie war so glücklich, mitten in ihrem ersten Aufschwung durch *Th. Schwann* eine der durchgreifendsten wissenschaftlichen Bearbeitungen zu erfahren[2]). Im Jahre 1839 wies derselbe nach, dass die Zelle der Ausgangspunkt aller thierischen Theile sei und auf welchem Wege aus der Zelle die verschiedenen Gewebe hervorgehen. Waren auch manche darauf bezügliche Einzelheiten schon vor *Schwann*'s Arbeit bekannt und hat er selbst in Manchem geirrt, immerhin gebührt ihm das grosse Verdienst, diesen Grundgedanken zuerst durch die Fülle der Einzelheiten durchgeführt zu haben. *Schwann* muss desshalb als Begründer der Histogenese oder der Lehre von der Entstehung der Gewebe begrüsst werden, einer der wichtigsten Seiten unserer Disziplin, welche in *Reichert, Koelliker, Remak* und Anderen ihre weiteren Bearbeiter gefunden hat.

Ein besonderer, tief in das pathologische Studium eingreifender Zweig der Histologie hat sich allmälich von der Texturlehre des normalen Organismus abgegrenzt, die Lehre von den Umänderungen der Gewebe in krankhaften Zuständen. Als Begründer der pathologischen Histologie muss *J. Müller* angesehen werden; ihren thätigsten Forscher hat sie in der neueren Zeit in *Virchow* gefunden.

Wie die pathologische Histologie, so ist auch die vergleichende Gewebelehre für eine wissenschaftliche Erkenntniss der feineren Struktur des Thierkörpers ein unentbehrliches Supplement. Trotz zahlreicher Einzelbeobachtungen und der schönsten Untersuchungen befindet sich dieser Zweig bei der Grösse des Stoffes noch in den Kinderschuhen. *Müller, Siebold, Koelliker, Leydig* u. A. haben hier mit grossem Erfolge gearbeitet[3]).

Anmerkung: 1) Ueber die Geschichte des Mikroskops vergl. man den gedrängten Abriss, welchen *Vogel* in seiner schon angeführten Schrift S. 160 gegeben hat. *Harting* macht übrigens darauf aufmerksam, dass schon vor *Fraunhofer* im Jahre 1807 ein niederländischer Optiker *H. van Deyl* treffliche achromatische mikroskopische Objektive verfertigt habe. — Das Mikroskop, seine Einrichtung, sein Gebrauch und dergleichen sind in der neueren Zeit Objekte zahlreicher literarischer Bearbeitungen geworden. Wir heben hier nur einige der wichtigeren Schriften hervor: *J. Vogel* Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops und zur zoochemischen Analyse. Leipzig 1841. — *Purkinje*'s Artikel »Mikroskop« in dem *Wagner*'schen Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2. S. 411. 1845. — *v. Mohl* Mikrographie oder Anleitung zur Kenntniss und zum Gebrauch des Mikroskops. Tübingen 1846. — *Robin, du microscope et des injections. Paris* 1849. — *Queckett a practical treatise on the use of the microscope. London* 1848. (Deutsche Uebersetzung von *Hartmann*. Weimar 1850); *Harting, het Mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht* 1848—50; *Hannover*, das Mikroskop, seine Construction und sein Gebrauch. Leipzig 1854. — 2) *Schwann*'s Arbeiten sind niedergelegt in einer anziehenden kleinen Schrift: Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der

Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. — 3) Was die reiche Literatur der Gewebelehre betrifft, welche wesentlich eine deutsche ist, wie der ganze Zweig vorzugsweise eine Erwerbung deuschen Fleisses, so heben wir hier allein Lehrbücher und allgemeine Hülfsmittel und auch diese nur theilweise hervor. Unter den älteren Bearbeitungen verdienen Erwähnung: *H. E. Weber* in *Hildebrandt*'s Anatomie des Menschen. Band 1. 1830.; *R. Wagner*, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834 und 1835; ferner *Bruns*, Lehrbuch der allgemeinen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1841; — *Henle*, Allgemeine Anatomie, Lehre von den Mischungs- und Formbestandtheilen des menschlichen Körpers. Leipzig 1841 (das bedeutendste und noch für die Gegenwart unentbehrliche Werk der damaligen Periode). — *Valentin*, Artikel »Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers« im Handwörterbuch der Physiologie. Bd. 1. S. 617. 1842. — *Gerlach*, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers. Mainz 1848; 2te Auflage. 1853 und 54. — *Koelliker*, Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen. 1850—54. 3 Theile, sowie dessen kleineres Werk: Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1852; 3te Auflage. 1858. — Unter den ausserdeutschen Bearbeitungen verdient besonders ein englisches Werk Erwähnung: *Todd and Bowman, the physiological anatomy and physiology of man. London* 1856. 2 *Vol.*, ferner *Bendz Haandbog i den almindelige Anatomie med saerligt Hensyn til Menneskel og Huusdyrene. Kjöbenhavn* 1846 u. 47. — Das beste Kupferwerk für Gewebelehre bildet *Ecker*'s Ausgabe der *Wagner*'schen *Icones physiologicae*. Als Jahresberichte besitzen wir den *Henle*'schen in dem *Canstatt*'schen Unternehmen (von *Leydig* und *Hessling* fortgesetzt und von *Henle* in der Zeitschrift für rationelle Medizin von *Henle* und *Pfeuffer* weitergeführt) und den *Reichert*'schen in *Müller*'s Archiv. — Als erster Versuch einer vergleichenden Gewebelehre vergl. man *Leydig*, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857. — Für Gewebeentwicklung: *Remak*, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855. — Aus der pathologischen Gewebelehre heben wir hervor: *J. Müller*, Ueber den feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste. Berlin 1838, *Vogel*, Pathologische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig 1845; *Lebert, Physiologie pathologique. Paris* 1845; *Wedl*, Grundzüge der pathologischen Histologie. Wien 1853. — Die Arbeiten *Virchow*'s finden sich namentlich in dessen Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und klinische Medicin; ebenso zum Theil in den Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg; man vergl. auch dessen gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medizin. Frankfurt 1856.

§ 4.

Wir haben aus dem früheren Abschnitte ersehen, dass die Kenntniss von dem anatomischen Verhalten der Gewebe verhältnissmässig eine sehr junge Disziplin des naturwissenschaftlichen und medizinischen Studiums bildet. Noch viel späteren Ursprungs ist die sogenannte Histochemie oder die Chemie der Gewebe, die Lehre von der Mischung der letzteren. Indem die Histochemie eine Anwendung von Thatsachen der organischen Chemie bildet, ist sie in ihrem Entwicklungsgange von letzterer abhängig und durch die Kenntniss der organischen Verbindungen überhaupt erst ermöglicht worden.

Das Wissen von den organischen Körpern aber, wenn auch in seinen Anfängen schon in den Kindertagen des chemischen Studiums vorhanden, konnte, sobald es sich um eine wissenschaftliche Erkenntniss handelte, bei der Natur seiner Objekte der Kenntniss der anorganischen Körper und ihrer Verbindungen nur nachfolgen. Erst nachdem diese als das Einfachere bis zu einem gewissen Grade erforscht und die wichtigsten Gesetze des anorganischen Chemismus ermittelt waren, konnte es möglich werden, in das viel schwierigere Gebiet der organischen Chemie mit Erfolg einzudringen.

Allerdings hatte schon im vorigen Jahrhundert *Scheele* (1742—1786) höchst interessante Entdeckungen in letzterer Disziplin gemacht, wie diejenigen einer Anzahl pflanzlicher Säuren, des Glycerins, der Harnsäure und Blausäure, doch waren dieses eben nur Einzelheiten, deren wissenschaftliche Verwerthung einer späteren Zeit vorbehalten bleiben musste. Erst mit der Einführung der quantitativen Richtung in der Chemie durch *Lavoisier* (1743—1794), nachdem als Zeitgenosse *Priestley* (1733—1804) den Sauerstoff entdeckt hatte, beginnt die Neuzeit der chemischen Wissenschaft, die Periode des exakten Studiums nach dem Umsturz der phlogistischen Theorie. Erst jetzt an der Hand der Waage wird es möglich, die Gesetze der chemischen Verbindungen zu erfassen, die Elemente in den organischen Körpern zu erkennen, die Begriffe von Aequivalent und Atomgewicht zu begründen, die Basis einer Stöchiometrie zu gewinnen. Wie in der mikroskopischen Anatomie die Verbesserung des Werkzeuges in kurzer Zeit ein ausgedehntes Wissen ermöglicht hat, so sehen wir hier im Gebiete der Chemie, durch das Genie *Lavoisier*'s erweckt, eine Periode anheben, welche im raschen Strome der Entdeckungen die neue chemische Wissenschaft in kurzer Zeit zu wunderbarer Ausdehnung und Ausbildung anschwellen liess.

Wir können diesen Entwicklungsgang hier nicht genauer verfolgen und heben darum nur einige Einzelheiten hervor.

Durch die Arbeiten *Vauquelin*'s (1763—1829) und *Fourcroy*'s (1755—1809) nahm die Kenntniss organischer Substanzen einen ersten Aufschwung, wobei auch die Zoochemie durch das Studium der Harnbestandtheile nicht leer ausging. Eine weitere Förderung in letzter Richtung fand durch *Proust* (1755—1826) statt. Im Jahre 1815 machte *Gay-Lussac* (1778—1852) die Entdeckung des Cyans, eines organischen Körpers, welcher in seinen Verbindungen gleich einem anorganischen Elemente sich verhält. Er bereitete so die Lehre von den organischen Radikalen vor, welche später in den Händen anderer Forscher ihre weitere Begründung und Ausbildung erfahren hat. Von *Thénard* (1777—1857) wurden ebenfalls wichtige Erwerbungen im Gebiete der organischen wie der thierischen Chemie gemacht. *Chevreul* lieferte im Jahre 1823 seine berühmte Arbeit über die thierischen Fette. Unsere heutige Elementaranalyse (später so sehr vervollkommnet) war schon durch *Gay-Lussac*

und *Thénard* vorbereitet und damit die Kenntniss organischer Körper auch in quantitativer Hinsicht ermöglicht worden.

Durch *Berzelius* (1779—1848) aber, den grössten Chemiker seiner Zeit, erfuhr die ganze Chemie einen glänzenden Aufschwung, insbesondere aber das Wissen von den organischen Stoffen, welche zuerst durch ihn mit der Genauigkeit des heutigen Tages untersucht wurden; durch ihn wurde die Stöchiometrie der organischen Körper geschaffen; er muss als Begründer einer zusammenhängenden, gegliederten Thierchemie betrachtet werden. Als Entdecker des Isomorphismus ist *Mitscherlich* (geb. 1796) festzuhalten. Unter den Lebenden ist an die Stelle des schwedischen Naturforschers *Liebig* (geb. 1803) getreten, indem er um die Chemie der organischen Verbindungen sich die grössten Verdienste erworben und durch seine unvergänglichen populären Darstellungen der chemischen Wissenschaft auch im weiteren Kreise die volle Anerkennung verschafft hat. Wir müssen in ihm den Begründer unserer heutigen physiologischen Chemie und unserer gegenwärtigen Elementaranalyse erblicken. *Wöhler* (geb. 1800), *Liebig*'s genialer Mitarbeiter, hatte im Jahre 1828 durch seine berühmte Entdeckung der Komposition des Harnstoffs einen höchst wichtigen Schritt zum Verständniss der Entstehung organischer Substanzen im Organismus gethan.

Anmerkung: Wir verweisen über diesen Gegenstand auf *Kopp*'s Geschichte der Chemie. Braunschweig 1843—47. 2 Bände.

§ 5.

Die Kenntniss der im Thierkörper auftretenden Substanzen, ihrer Konstitution, Eigenschaften, Umsetzungen u. a. mehr bildet den Vorwurf der sogenannten Zoochemie. Die Anwendung zoochemischer Thatsachen auf die im Organismus vorkommenden Prozesse, die Verfolgung der chemischen Seite des Lebens, der Bedeutung, welche die Mischungsbestandtheile für dasselbe besitzen, ergibt, wenn auch nicht den ausschliesslichen, doch den hauptsächlichsten Inhalt der physiologischen Chemie. Dass beiderlei Zweige erst entstehen konnten, nachdem die Wissenschaft der Chemie eine gewisse Ausbildung erlangt hatte, wurde schon früher bemerkt und bedarf keiner weiteren Erörterung.

Eine besondere Anwendung der Zoochemie und der physiologischen Chemie auf die unseren Körper bildenden Gewebe stellt nun die Histochemie dar. Sie beschäftigt sich mit der chemischen Konstitution der Formelemente und somit auch der Gewebe, mit den hier vorkommenden Stoffen, mit ihrer Einfuhr und ihrem Ursprung, mit der Bedeutung, welche sie für das Leben von Formbestandtheil und Gewebe besitzen, mit ihren Umwandlungen und Zersetzungen, ihrer Wegfuhr etc.

Zu einer Histochemie liegen gegenwärtig nur die ersten Anfänge

vor. Und in der That stellen sich auch, durch die Natur des Objektes bedingt, grade dieser Seite des chemischen Studiums grosse Schwierigkeiten entgegen. Verglichen mit der ausserordentlichen Feinheit der anatomischen Analyse durch das Mikroskop der Neuzeit sind die Trennungsmittel, welche dem Chemiker den veränderlichen Bestandtheilen der Gewebe gegenüber zu Gebot stehen, nur grob und plump. Während der Histolog z. B. an dem gewöhnlichsten Formbestandtheil des Organismus, der Zelle, mit Leichtigkeit Hülle, Inhalt, Kern und Kernkörperchen zu unterscheiden vermag, ist die chemische Analyse fast immer ausser Stand, diese einzelnen Theile getrennt in den Kreis der Untersuchung zu ziehen; ja es gelingt ihr gewöhnlich nicht einmal, gleichartige Formbestandtheile für sich zu analysiren, unbekümmert um die weitere Zusammensetzung letzterer. Bei der zusammengesetzten Natur der meisten Gewebe liegen meistens Gemenge mehrerer Formbestandtheile vor, welche durch die Hülfsmittel des Chemikers nicht getrennt werden können [1]).

Wir dürfen nach dem eben Bemerkten die Anforderungen an die Histochemie der Gegenwart nicht allzuhoch stellen. Indessen, es würde höchst ungerecht sein, über die nothwendigen Mängel die Erwerbungen, welche schon jetzt dieser Zweig der Chemie gemacht hat, zu vergessen. In der That ist ohne Kenntniss der Mischung ein genügendes wissenschaftliches Studium der Histologie unmöglich und diese in Gefahr, in die minutiösesten Formspielereien sich zu verlieren. Wie die Gewebechemie allerdings nur auf die genaue Erforschung des anatomischen Verhaltens der Gewebe gegründet werden kann, so bildet sie anderen Theiles für die Histologie die unentbehrliche Ergänzung.

Unter den Männern, welche um diesen Zweig des Studiums sich besondere Verdienste erworben haben, verdienen die Namen von *Mulder*, *Donders*, *Schmidt*, *Lehmann*, *Schlossberger* u. A. genannt zu werden. Der zuletzt erwähnte Chemiker ist Verfasser des ersten Lehrbuchs der Gewebechemie, welches die Literatur aufzuweisen hat [2]).

Anmerkung: 1) Wie ein Studium der Gewebe ohne Mikroskop unmöglich, so kann aus der chemischen Untersuchung ganzer Organe, unbekümmert um den feineren Bau, für die chemische Kenntniss der Gewebe als solche nichts Erhebliches resultiren, so wichtig und verdienstlich derartige Arbeiten für physiologische Chemie, für statistische Verhältnisse etc. sein können. Allerdings weiter eindringend in die chemische Konstitution des Gewebes, immerhin aber noch sehr unvollkommen, war eine andere von *Mulder* früher geübte Methode, diejenige der Zerlegung sogenannter einfacher Gewebe durch Reagentien, Säuren und Alkalien, um aus den erhaltenen Zersetzungsprodukten einen Rückschluss auf die das Gewebe bildenden Stoffe zu gewinnen. Die beste, wenn gleich noch in vielen, ja den meisten ungenügende Untersuchungsweise, welche wir gegenwärtig besitzen, besteht darin, dass man die chemische Erforschung des Gewebes mit der mikroskopischen Analyse verbindet, die Umänderungen verfolgt, welche das Gewebe bei den verschiedenen chemischen Eingriffen erfährt. Ihre Anfänge verlieren sich allerdings in den Beginn der neueren mikroskopischen Anatomie. In ausgedehnterer Weise haben namentlich

Mulder und *Donders* diesen Weg zuerst betreten. Endlich verspricht bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft in dem schwer zugänglichen Gebiete der Histochemie die Untersuchung der physiologischen Zersetzungsprodukte, welche das Gewebe erfährt und die sich gelöst in der jenes durchtränkenden Flüssigkeit ansammeln, einen bedeutenden und nachhaltigen Erfolg. — 2) Was die Literatur der Histochemie betrifft, so finden sich die älteren Erfahrungen niedergelegt in *Henle's* allgemeiner Anatomie, während die neuesten Lehrbücher der mikroskopischen Anatomie diesen Zweig ziemlich stiefmütterlich behandeln. Zur Kenntniss des gegenwärtigen Zustandes der Gewebechemie sind unentbehrlich: *Mulder*, Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie. Braunschweig 1844; ferner der dritte Theil von *Lehmann's* Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1853. (2te Auflage); sowie dessen Zoochemie. Heidelberg 1858. *Schlossberger*, Die Chemie der Gewebe des gesammten Thierreichs. Leipzig u. Heidelberg 1856. Als Kupferwerk *O. Funke's* Atlas zur physiologischen Chemie. 2te Aufl. Leipzig 1858.

§ 6.

Es erübrigt uns endlich noch über den Plan der Darstellung, welcher in dem Folgenden eingehalten ist, einige Bemerkungen vorauszusenden. Histologie und Histochemie verbunden oder die Lehre von dem feineren Bau der Theile und der chemischen Beschaffenheit jener bilden eine der wichtigsten Grundlagen der Physiologie und der wissenschaftlichen Pathologie. Es ergeben sich unserer Anschauung nach drei naturgemässe Abschnitte.

Ein erster Theil beschäftigt sich mit den den menschlichen und thierischen Körper bildenden Stoffen, ihren histologischen und, soweit sie davon nicht getrennt werden können und zum Verständnisse nothwendig sind, ihren physiologischen Beziehungen. Er behandelt ebenfalls in einem anderen anatomischen Abschnitte die organisirten Einheiten des Leibes, die Gewebe- oder Formelemente, ihre Gestalt und Mischung, Bedeutung und Entstehung, ihr weiteres Schicksal, das Hervorgehen derselben aus einander und Verwandtes mehr. Er bildet die allgemeine Histologie und Histochemie.

Ein zweiter Theil, die Histologie im engeren, eigentlichsten Sinne des Wortes, erörtert die einzelnen Gewebe in ihrem anatomischen Verhalten, ebenso in ihrer Mischung. Er hat also zu verfolgen, wie die aus dem ersten Abschnitte bekannten Formelemente beim Aufbau gewisser Massen verwendet werden. Dass hier noch die physiologischen Beziehungen der Gewebe, ebenso ihre Entstehung zur Sprache kommen müssen, versteht sich von selbst.

Ein dritter Abschnitt endlich befasst sich mit dem Aufbau der Organe und Systeme unseres Körpers durch die verschiedenen Gewebe oder mit der feineren Struktur jener. Er bildet die topographische Histologie.

I.

Die Mischungs- und Formbestandtheile des Körpers.

1. Mischungsbestandtheile.

§ 7.

Die Untersuchungen der Chemiker haben uns mit einer beträchtlichen Anzahl theils organischer, theils anorganischer Körper bekannt gemacht, welche als Mischungsbestandtheile in die Zusammensetzung des menschlichen Leibes eintreten, und der rasche Fortschritt der chemischen Wissenschaft bringt es mit sich, dass die Zahl dieser Substanzen alljährlich grösser und grösser wird.

Diese Körper werden nun keineswegs ein für allemal in den Organismus abgelagert, um das ganze Leben hindurch demselben anzugehören und unveränderliche Bestandtheile seiner flüssigen und festen Theile zu bilden. Die Materie des Thierleibes ist vielmehr einem beständigen Wechsel, einer beständigen Umänderung — um es kurz auszudrücken, — einem immerwährenden Kommen und Gehen unterworfen.

Die Substanzen, welche als gewebebildende die Theile unseres Körpers aufbauen, bestehen neben Wasser und gewissen Mineralbestandtheilen aus einigen Gruppen organischer Stoffe, aus den sogenannten Eiweiss- oder Proteinkörpern, sowie den näheren Abkömmlingen derselben, darunter besonders den leimgebenden und der elastischen Materie, ferner aus Fetten und einigen Farbestoffen. Es ist somit die Anzahl der unseren Leib bildenden chemischen Verbindungen ursprünglich eine nicht bedeutende.

Indem jedoch diese Bestandtheile des Leibes nicht unverändert ein für alle Mal dieselben bleiben, indem sie vielmehr der Abnutzung und Veränderung und dadurch bedingt auch dem Wechsel unterworfen sind, sehen wir grosse ausgedehnte chemische Umsatzreihen mit dem Gehen der Materie verbunden. Es kann uns desshalb nicht Wunder nehmen, wenn aus der beschränkten Zahl histogenetischer Körper ein ganzes Heer der Umsatz- oder Zersetzungsprodukte hervorgeht. Auch die Einfuhr neuen, zum Ersatz des Verlustes dienenden Materials in den Leib führt der chemischen Umwandlungen noch gar manche herbei.

Die Lehre von den Mischungsbestandtheilen des Körpers würde nun auf alle diese Gesichtspunkte Rücksicht zu nehmen haben. Ihr würde es zukommen zu zeigen, durch welche chemische Prozesse die von aussen eingeführten Nahrungsstoffe endlich zu den Gewebe- und Organbestandtheilen werden oder mit anderen Worten, die Bildungsgeschichte der histogenetischen Substanzen zu verfolgen. Auf der anderen Seite würde es sich darum handeln, das Verständniss der so zahlreichen Zersetzungsprodukte zu gewinnen, darzuthun, wie und durch welche chemischen Prozesse sie aus den histogenetischen Körpern hervorgehen, welches die Reihenfolgen zwischen ihnen selbst sind, wie das eine Zersetzungsprodukt aus dem anderen entsteht und was ihr endliches Geschick ist, bis sie unsern Leib verlassen. Nur auf diesem Wege würde ein genügendes Verständniss des chemischen Aufbaus und Untergangs unseres Körpers zu erlangen sein.

Leider aber vermag die Gegenwart diesen Anforderungen nicht im Entferntesten zu genügen. Wir kennen allerdings zur Zeit den Gesammtwechsel der Körpermasse leidlich, nicht so aber denjenigen der einzelnen Gewebe und Organe. Wir sind wohl zur Annahme berechtigt, dass dieser Stoffwechsel in den letzteren eine verschiedene Stärke besitze, dass er mit dem Gebrauche ein steigender und mit der Ruhe der Theile ein sinkender sei; aber wir haben fast keine Thatsachen, um die Grösse des Stoffumsatzes auch nur für ein einziges Gewebe mit wünschenswerther Genauigkeit darzuthun.

Ist aber schon auf diesem Wege das Geschick vieler Körperbestandtheile in Dunkelheit gehüllt, so bietet das eigentlich chemische Verhalten wo möglich noch grössere dar. Wissen wir auch bei manchen dieser Substanzen zu sagen: »sie sind Zersetzungsprodukte, Reste, Trümmer der Gewebe, ihres Bleibens im Körper ist nicht mehr«, so entstehen für andere derselben Schwierigkeiten, wenn es sich darum handelt, zu ermitteln, welcher Seite des Stoffwandels, der anbildenden oder rückbildenden sie angehören dürften. Wir vermögen von vielen Zersetzungsprodukten das Herkommen noch nicht einmal anzugeben und in die chemischen Umsatzreihen selbst sehen wir entweder gar nicht oder nur ganz ungenügend hinein. Ueberschüssig eingenommenes Ernährungsmaterial, wie es so häufig eingeführt wird, vermag dabei noch in seinen Umsatzreihen von den Umwandlungen der Körperbestandtheile kaum genau unterschieden zu werden. Von manchen Mineralstoffen endlich wissen wir noch nicht einmal, ob sie wesentliche integrirende Bestandtheile unseres Leibes darstellen oder nur als zufällige, von aussen aufgenommene zu betrachten sind.

Es ist nun allerdings vorwiegend Sache der Physiologie, diesen Wandel der Materie im Einzelnen zu verfolgen und in seiner vollen Bedeutung für das thierische Leben zu erfassen. Eine Histochemie wird es aber nicht vermeiden können, vielfach in dieses physiologisch-chemische Ge-

triebe einzutreten, da ja nur auf diesem Wege ein Verständniss der die Gewebe und Organe aufbauenden Körper gewonnen werden kann.

Ausgehend von dem Satze, dass die physiologische Bedeutung eines Stoffes von seiner chemischen Konstitution in erster Linie abhängig ist, wählen wir zur Vorführung der Mischungselemente des menschlichen Körpers eine chemische Eintheilung.

A. Proteinkörper oder Eiweissstoffe.

§ 8.

Keinem Organismus fehlend und bei dem Aufbau aller Gewebe sich betheiligend, ebenso die wichtigsten Nahrungsmaterialien des Körpers bildend erscheinen diese Stoffe für das thierische Leben von höchstem Range; ja sie können recht eigentlich als die chemischen Substrate des letzteren angesehen werden. Ihre gewebebildende, histogenetische Natur tritt uns an dem embryonalen Körper fast in noch höherem Grade als an dem reifen Leibe entgegen, da in letzterem viele Gewebe aus anderen als eiweissartigen Körpern bestehen, so aus Collagen, Chondrigen, elastischer Substanz, während in frühester Zeit hier überall Proteinkörper vorhanden waren. Indessen auch die eben erwähnten Substanzen sind als Abkömmlinge dieser aufzufassen, hervorgegangen aus weiteren Umwandlungen der Eiweisskörper. Die grosse Neigung zu Zersetzungen, welche alle Stoffe dieser Gruppe besitzen, führt das Erscheinen einer sehr bedeutenden Anzahl von Substanzen im Organismus herbei, welche theils noch an dem Aufbau der Theile, wenn gleich in mehr untergeordneter Art, sich betheiligen, theils die Bedeutung unbrauchbar gewordener, das Leben nicht mehr unterhaltender Materien tragen und darum die Flüssigkeiten des Körpers durchkreisen, bis sie in den Absonderungen letzteren verlassen.

Alle Proteinkörper sind höchst zusammengesetzte Stoffe, in deren Konstitution neben Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff ein hoher Stickstoffgehalt, ebenso Schwefel als nicht fehlendes Element erscheint und fälschlicherweise früher sogar noch Phosphor angenommen wurde. Sie haben weder basische noch saure Beschaffenheit, sind nur unter Zersetzung beim Erhitzen schmelzbar und erscheinen amorph. Getrocknet zeigen sie sich hart und spröde; dagegen ziehen sie alle begierig Wasser an und quellen in ihm auf. Verbindungen mit Säuren und Basen gehen die Proteinstoffe allerdings ein; ob aber in festen Proportionen, steht dahin. In konzentrirteren Alkalien lösen sich alle Proteinkörper, aber wohl nur unter Zersetzung; durch Mineralsäuren werden sie aus diesen Lösungen gefällt. Aus ihren Lösungen in Essigsäure werden sie durch Ferro- und Ferridcyankalium präzipitirt. Beim Kochen in Wasser verwandeln sie

sich nicht in Leim (zum Unterschiede von der folgenden Gruppe der leimgebenden Stoffe und der elastischen Substanz).

Wir heben endlich noch einige charakteristische, namentlich für mikroskopische Untersuchungen dienliche Reaktionen hervor. Mit Salpetersäure färben sie sich gelb, unter Bildung der sogenannten Xanthoproteinsäure; durch eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, welche salpetrige Säure enthält (*Millon*'sches Reagens), nehmen sie eine rothe Farbe an, durch Jod eine gelbbraune. Mit konzentrirter Salzsäure lösen sie sich unter violetter Färbung auf. Mit Zucker und konzentrirter Schwefelsäure versetzt, werden die Proteinkörper purpurroth, später mehr violett (*Schultze*), eine Reaktion, welche sie im Uebrigen mit den Gallensäuren und mit dem Elain theilen.

Die meisten Proteinkörper erscheinen in zwei isomeren Modifikationen, einer gelösten oder löslichen, so in den Säften und Flüssigkeiten des Organismus, und einer unlöslichen oder geronnenen. Aus ersterer gehen sie auf verschiedenem Wege in die letztere Form über, theils durch Kochen, theils durch stärkere Säuren, theils auch spontan. Allein in ersterer Modifikation lassen sich die einzelnen Proteinkörper von einander durch bestimmte Reaktionen unterscheiden, nur höchst unvollkommen und unsicher in der geronnenen Form.

§ 9.

Die verwickelte Zusammensetzung der uns beschäftigenden Stoffe, ihre indifferente Natur, ihre grosse Zersetzlichkeit tragen die Schuld, dass uns ihre wahre Konstitution zur Zeit gänzlich unbekannt ist, ja dass gerade über sie, die wichtigsten aller Thiersubstanzen, ein betrübendes Dunkel herrscht und wir noch nicht einmal die einzelnen Eiweissstoffe mit einer gewissen Sicherheit anzugeben vermögen.

Mulder hatte bekanntlich früher in allen diesen Körpern ein und dasselbe quaternäre Atomenaggregat annehmen wollen, welches mit verschiedenen Mengen von Schwefel und Phosphor verbunden die einzelnen Eiweisskörper darstellen sollte. Dieses allen gemeinsame organische Radikal nannte er Protein und die Eiweissstoffe selbst Proteinkörper. Für ersteres gewann er die Formel $C_{40}\,H_{31}\,N_5\,O_{12}$. Das Fibrin, eine der Proteinverbindungen, sollte zusammengesetzt sein $= 10\,(C_{40}\,H_{31}\,N_5\,O_{12}) + S\,P$, das Eiweiss des Blutserums $= 10\,(C_{40}\,H_{31}\,N_5\,O_{12}) + S_2\,P$, das Kasein, ein dritter hierher gehöriger Körper, $= 10\,(C_{40}H_{31}\,N_5\,O_{12}) + S$ u. s. w.

Diese Anschauungen, welche eine Zeit lang die Wissenschaft beherrschten, stürzten mit dem durch die *Liebig*'sche Schule gelieferten Nachweise, dass ein schwefelfreies Protein nicht existirt, zusammen, ohne dass sie wohl durch *Mulder*'s neuere gewagte Annahme, dass der Schwefel und Phosphor als Amidverbindungen, als Sulphamid und Phosphamid, in den Proteinkörpern enthalten seien, eine weitere Stütze erhalten

hätten. Dagegen dürfen wir den Namen Proteinstoffe als eine bequeme Kollektivbezeichnung für die in Betracht kommenden Substanzen auch in der Folge verwenden, um so mehr, als diese Benennung theilweise passender erscheinen muss, als diejenige der Eiweisskörper.

Interessant bei der gegenwärtigen Rathlosigkeit des Wissens ist der Umstand, dass der Schwefel in den Proteinkörpern in zweierlei Verbindungen enthalten ist, in einer leicht erkennbaren, wo er auf den gewöhnlichen Wegen nachgewiesen werden kann (so z. B. beim Kochen mit Alkalien als Schwefelalkali) und einer andern, wo die gewöhnlichen Reaktionen ihn nicht anzeigen und er nur auf trocknem Wege unter vollkommener Zerstörung der organischen Substanz erkannt und bestimmt zu werden vermag. Letztere Schwefelverbindung in den Eiweisskörpern verführte früher *Mulder* zu der Annahme eines schwefelfreien Proteins.

Der Gedanke, dass die Eiweisskörper gepaarte Verbindungen seien und zwar mit einem Paarlinge aus der Gruppe der sogenannten Kohlenhydrate, möglicherweise einer Zuckerart, ist zwar noch nicht thatsächlich dargethan, hat aber manches wahrscheinliche. So sind z. B. die Zersetzungsprodukte der Proteinstoffe und des Zuckers bei Einwirkung der Salpetersäure die gleichen, nämlich Zuckersäure und Oxalsäure[1]); ebenso liefert in beiden Fällen die Salzsäure als Zersetzungskörper Ameisensäure und Huminsäure. Eine fernere Unterstützung gewähren manche physiologische Verhältnisse, wie das Auftreten von Traubenzucker in der Leber (*Bernard*) als Zersetzungsprodukt eines Proteinkörpers und das Erscheinen einer zuckerähnlichen Substanz, des Inosits, wohl mit gleicher Bedeutung in der Muskelflüssigkeit, der Leber, Milz, Niere und Lunge, sowie dem Gehirn (*Scherer, Cloëtta, Müller*).

Anmerkung: 1) Neben den beiden im Text erwähnten Körpern soll sich noch eine eigenthümliche dritte Säure bei Einwirkung der Salpetersäure auf Eiweissstoffe bilden, nämlich die Xanthoproteinsäure von *Mulder*, ein in Wasser unlöslicher gelber oder gelbrother Körper, welcher mit Alkalien rothe Salze gibt.

§ 10.

Die grosse Veränderlichkeit der Proteinkörper führt im Organismus zur Bildung einer beträchtlichen Anzahl von Zersetzungsprodukten derselben, deren Entstehungen und Beziehungen uns leider zum grössten Theile noch sehr unklar sind. Als solche dürfen wir gegenwärtig bezeichnen: Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Gallensäuren, Taurin, Glycin, Leucin, Tyrosin, Sarkin, Kreatin, Kreatinin, Traubenzucker, Inosit u. a. mehr. Es ist zur Zeit nicht möglich, aus diesen Stoffen einen irgendwie sicheren Aufschluss über die Konstitution der Proteinkörper selbst zu gewinnen (von der wahrscheinlichen Bedeutung des Traubenzuckers und Inosits war schon oben die Rede); dagegen ist es von Interesse, mit diesen physiologischen Zersetzungsprodukten die auf künstlichem Wege erhaltenen, sowie die Fäulnisskörper der Proteinstoffe zu vergleichen.

1. Beim Schmelzen mit Kalihydrat entwickelt sich reichlich Ammoniak, Wasserstoffgas und ein flüchtiger krystallinischer, den Kothgeruch besitzender Körper. Im Rückstande findet man Valeriansäure, Buttersäure sowie zwei Basen, Leucin und Tyrosin.

2. Bei der Behandlung mit Schwefelsäure und Braunstein entstehen eine grosse Reihe von Körpern, nämlich Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure und Benzoesäure; die Aldehyde der Essigsäure, der Propionsäure (oder Aceton), Buttersäure und Benzoesäure (oder Bittermandelöl), ferner Ammoniak und flüchtige organische Basen.

3. Bei der Behandlung mit Schwefelsäure und chromsaurem Kali erscheinen im Allgemeinen dieselben Zersetzungsprodukte wie bei No. 2; nur tritt statt der Aldehyde eine Anzahl von Nitrilen auf, wie Valeronitril, und Blausäure.

4. Bei der Oxydation in alkalischer Lösung, z. B. mittelst übermangansaurem Kali, entstehen ebenfalls flüchtige Säuren und eine ansehnliche Menge Benzoesäure (*Städeler*[1])).

5. Bei der Zersetzung der Proteinkörper durch Chlor, d. h. durch Königswasser, bilden sich nach *Mühlhäuser*[2]) eine Anzahl theils flüchtiger, theils nicht flüchtiger gechlorter Stoffe, von welchen er einen Chlorazol nennt, ebenso Oxalsäure und Fumarsäure $C_8 H_4 O_8$.

Bei der fauligen Zersetzung erzeugen sich dieselben Produkte wie bei der Zerlegung durch Säuren und Alkalien, namentlich in beträchtlicher Menge flüchtige Fettsäuren, so Essigsäure, Buttersäure, Valeriansäure, ferner Ammoniak, flüchtige organische Basen, Leucin, Tyrosin, ein flüchtiger krystallinischer, nach Koth riechender Stoff und amorphe, nicht näher bekannte Körper.

Es müssen ferner in Folge ihrer grossen Zersetzlichkeit die Proteinstoffe in hohem Grade tauglich erscheinen, als Fermentkörper oder Gährungserreger zu wirken, d. h. andere Stoffe umzusetzen, ohne hierbei durch ihre chemischen Verwandtschaftskräfte thätig zu sein; — und in der That liefern sie auch erfahrungsgemäss einen ansehnlichen Beitrag zu jenen Substanzen, deren Wirkungen für das chemische Geschehen des thierischen Körpers nicht hoch genug angeschlagen werden können. Aus der Menge der hier in Betracht kommenden Fermentwirkungen heben wir nur einige hervor. Eiweissartige Fermentkörper oder nähere Abkömmlinge der Proteinstoffe im Speichel, pankreatischen wie Darmsaft verwandeln Amylum in Dextrin und Traubenzucker; durch das erste der drei genannten Drüsensekrete wird Salicin in Saligenin und Zucker gespalten; ein eiweissartiger Körper des Magensaftes, das Pepsin, führt die Proteinkörper selbst, ebenso ihre Abkömmlinge, die leimgebenden Stoffe in lösliche Modifikationen, die sogenannten Peptone über; ähnlich wirkt ein Körper im Darmsafte. Eiweissartige Körper verwandeln Milchzucker in Milchsäure und Buttersäure. Hodengewebe, aber auch die gewöhnlichen Proteinstoffe wie Eiweiss, Fibrin, Kasein, ebenso

Nieren- und Pankreasgewebe verwandeln Glycerin und auch Mannit in eine Zuckerart (*Berthelot*[2])). Proteinstoffe zerspalten die Gallensäuren in Glycin, Taurin, Chol- und Choloidinsäure. Harnstoff wird durch sie in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, die Neutralfette in Fettsäuren und Glycerin u. a. mehr. So leitet der Umsatz der wichtigsten Stoffe des Körpers ein grosses chemisches Geschehen in letzterem ein und führt sogar die Assimilirung neuer Eiweissstoffe in merkwürdiger Weise herbei.

Fragen wir endlich nach den für die Histogenese besonders wichtigen Eigenthümlichkeiten der Proteinkörper, so haben wir hier Folgendes festzuhalten:

1. Der Umstand, dass unsere Stoffe entweder gar nicht oder nur selten krystallinisch sind, muss sie als besonders tauglich erscheinen lassen, die spezifischen Formen der Gewebeelemente zu gewinnen und dieselben festzuhalten.

2. Ihre Neigung Wasser anzuziehen und in demselben zu gallertartigen Massen aufzuquellen, muss sie befähigen, die wasserreichen, halbfesten Massen vieler Gewebe darzustellen.

3. Die bedeutende Leichtigkeit, mit welcher die Proteinkörper aus der einen ihrer Modifikationen in die andere übergehen und die flüssige Erscheinungsform mit der festen vertauschen, sowie umgekehrt, wird sie befähigen, aus den thierischen Säften in fester Gestalt sich abzuscheiden, ebenso bei nachheriger Verflüssigung eine leichte Wegfuhr gestatten.

4. Haben die Eiweissstoffe die Neigung mit anderen Körpern, Fetten und phosphorsaurer Kalkerde, sich zu mengen, so dass sie dieselben hartnäckig zurückhalten und darum als Träger derselben in Betracht kommen.

5. Es wird dagegen die grosse Zersetzlichkeit der eigentlichen Eiweissstoffe sie als wenig tauglich erscheinen lassen, für längere Zeit unveränderliche Mischungsbestandtheile eines Gewebes zu bilden und letzterem auch eine gewisse Vergänglichkeit ertheilen, wie sie uns manche der aus ihnen bestehenden Gebilde in auffälliger Weise auch zeigen. Anders ist es dagegen mit einigen ihrer Abkömmlinge, deren Umsetzung eine viel beschränktere zu sein scheint, z. B. Chondrigen, elastischer Substanz. Gerade diese werden zu bleibenderen Geweben vielfach benützt, zur Bildung indifferenter Membranen für den Durchtritt thierischer Flüssigkeiten, den Einschluss derselben etc.[4])

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 251. — 2) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 90. S. 171 und Bd. 101. S. 171. — 3) *Erdmann*'s Journal Bd. 71. S. 507. — 4) Vergl. hierzu *Ludwig*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2te Aufl. Bd. 1. S. 50.

§ 11.

Eiweiss, Albumin.

Unter allen Proteinkörpern des thierischen Organismus der wichtigste, gerinnt das Eiweiss zwischen 55 und 75° C. aus seinen Lösungen

in Flocken (aus sehr verdünnten Lösungen erst bei einer höheren Temperatur) und nicht freiwillig gleich dem später zu besprechenden Fibrin.

Wie bei den Proteinstoffen im Allgemeinen, so haben wir auch hier die beiden Erscheinungsformen, das lösliche und das geronnene Eiweiss zu unterscheiden. Ersteres erscheint wiederum manchfach verschieden. Doch lassen sich wohl alle diese Differenzen durch Zumischungen anderer Stoffe, der Alkalien und Säuren erklären.

Das lösliche Albumin wird gefällt durch Alkohol, Mineralsäuren, Gerbsäure und die meisten Metallsalze. Ebenso fällt ein Strom von Kohlensäure einen bald grösseren bald geringeren Theil des Stoffes.

In die unlösliche Modifikation geht es über, wie schon erwähnt, durch Kochen, dann durch die meisten Säuren, ohne dabei jedoch immer präcipitirt zu werden[1]). Ebenso schlagen die Alkalien das Albumin zwar nicht nieder, verwandeln es aber in der Regel in eine schwer lösliche Form[2]).

Das Eiweiss findet sich in den thierischen Säften nicht rein, sondern mit etwas Natron verbunden, wobei ein salzhaltiges Wasser das Lösungsmittel herstellt. Ein derartiges Eiweiss reagirt schwach alkalisch, gerinnt weniger in Flocken als in fast gallertartigen Massen und ist überhaupt leichter löslich als reines Albumin, obgleich auch ein solches, welches frei von Alkali und Salzen erscheint, nach *Wurtz* noch lösbar ist. (Hierdurch tritt das Eiweiss in einen Gegensatz zu einem anderen, später zu berührenden Proteinkörper, dem Kasein, welches bei Neutralisation sich auszuscheiden pflegt.) Ein noch höherer Gehalt an Natron vermag die Gerinnung des Eiweisses durch die Wärme wiederum manchfach zu ändern.

Das geronnene Eiweiss theilt die Eigenschaften der übrigen Proteinstoffe in dieser Erscheinungsform.

Man hat in neuerer Zeit auf besondere Modifikationen des Albumins aufmerksam gemacht. Hierher gehören das sogenannte Paralbumin und Metalbumin von *Scherer*[3]), Körper, welche bisher nur unter pathologischen Verhältnissen angetroffen worden sind. Ebenso soll nach *Bernard* ein eigenthümliches Eiweiss im pankreatischen Safte vorkommen.

Als Beispiel einer prozentischen Zusammensetzung des Albumins stehe hier eine Analyse *Mulder*'s:

C	53,5
H	7,0
N	15,5
O	22,0
S	1,6
P	0,4.

Hiermit stimmt die von *Lieberkühn* erhaltene prozentische Zusammensetzung theilweise genau:

C 53,51
H 7,03
N 15,65
O 21,83
S 1,98.

Lieberkühn berechnete folgende Formel.



$$C_{144} H_{112} N_{18} S_2 O_{44}.$$

Was den Schwefelgehalt des Eiweisses betrifft, so ist dieser ansehnlich, aber etwas wechselnd. Nach *Rüling* enthält das Albumin des Blutserums im Mittel 1,325 % Schwefel, nach *Mulder* 1,3 %. Höher ist er im Albumin der Hühnereier, wo er nach *Lieberkühn* fast 2 % beträgt. — Das Eiweiss hält ausserdem hartnäckig Kochsalz zurück und zeigt einen erheblichen, bis 1,6 % betragenden Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde.

Das Albumin, aus den Proteinkörpern der Nahrungsmittel stammend, erscheint als Bestandtheil des Blutes, des Chylus und der Lymphe, ebenso der die Organe durchtränkenden Flüssigkeiten. In Verbindung mit fettigen Substanzen scheint es das Nervenmark darzustellen. Wie weit es in geronnener Form durch den Organismus verbreitet ist, bildet eine bei dem jetzigen Zustande des Wissens kaum zu entscheidende Frage. Doch dürfte sein Vorkommen kaum ernstlich zu bezweifeln sein und der feinkörnige Inhalt vieler thierischer Zellen aus ihm ganz oder theilweise bestehen.

Ebenso befinden wir uns in Verlegenheit, wenn wir die histogenetische Bedeutung des Eiweisses im Einzelnen näher bestimmen sollen. Doch muss sie zweifelsohne als eine sehr hohe angenommen werden, indem das Albumin gerade derjenige Proteinkörper des Organismus ist, aus welchem vielfach die anderen erst hervorgehen.

Anmerkung: 1) *Panum* (*Virchow*'s Archiv Bd. 4. S. 17) zeigte, dass durch die Einwirkung von Essigsäure oder gewöhnlicher Phosphorsäure aus dem Eiweiss ein neuer Körper, das Acidalbumin, entsteht, welcher leicht löslich in Wasser ist, unlöslich dagegen in den konzentrirten Lösungen neutraler Alkalisalze. Seine Lösung in salzfreiem Wasser wird durch Erhitzen nicht getrübt. — 2) Die Verbindung des Eiweisses mit Kali, das Kalialbuminat, hat *Lieberkühn* genauer untersucht. Vergl. *Poggendorff*'s Annalen Bd. 86. S. 117. — 3) *Scherer* in den Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 2 S. 214 u. 278.

§ 12.

Faserstoff, Fibrin.

Dieser Körper gerinnt nicht durch die Siedhitze, sondern, wie man sich auszudrücken pflegt, spontan, kurze Zeit nach der Entleerung aus den thierischen Flüssigkeiten, in welchen er während des Lebens gelöst ist.

Die Eigenschaften der löslichen Modifikation des Faserstoffes kennen

wir nicht näher, da sie uns so zu sagen unter den Händen entschlüpft. Ebensowenig wissen wir, was das Fibrin in den strömenden Flüssigkeiten des Körpers gelöst enthält. Der Sauerstoff der Atmosphäre hat nur eine die Gerinnung befördernde Einwirkung, denn auch im Innern des Leibes, in abgeschlossenen Räumen gerinnt aus zur Ruhe gekommenen Flüssigkeiten der Faserstoff. Verhindert kann der Gerinnungsprozess werden durch den Zusatz verschiedener Alkalisalze, z. B. Glaubersalz.

Aber auch die geronnene Modifikation des Fibrins ist niemals rein zu erhalten, da im Momente der Koagulation der Faserstoff die zahlreichen zelligen Bestandtheile seiner Flüssigkeiten einschliesst. Im Uebrigen bietet sie wiederum mancherlei Verschiedenheiten dar. In Salzsäure-haltigem Wasser quillt sie nur auf, ohne sich aber zu lösen (*Liebig*), im Gegensatze zu dem die Muskelsubstanz bildenden Syntonin (s. u.). An der Luft zersetzt sie sich leicht, geht in Fäulniss über und löst sich hierbei allmälich im Wasser auf zu einem Stoffe, welcher jetzt die Reaktionen des Albumins erkennen lässt. Geronnenes Fibrin löst sich ebenfalls in den Solutionen verschiedener Alkalisalze, z. B. des salpetersauren und kohlensauren Kalis bei mässig erhöhter Temperatur zu einem albuminartigen Körper auf. Doch existiren hinsichtlich der Lösungskraft des Salpeters bei den einzelnen Faserstoffarten wiederum manche Differenzen.

Bei der Unmöglichkeit, das Fibrin rein darzustellen, kann an eine rationelle Formel noch weniger als bei anderen Proteinkörpern gedacht werden. Wir begnügen uns daher, die prozentische Zusammensetzung nach einer *Mulder*'schen Analyse zu geben:

C 52,7
H 6,9
N 15,4
O 23,4
S 1,2
P 0,3.

Der Schwefelgehalt schwankt nach *Rüling* zwischen 1,2 — 1,3 %. Das Fibrin enthält im Uebrigen gleich den anderen Proteinkörpern eine gewisse Menge phosphorsaurer Kalkerde; nach *Virchow* 0,66, nach *Mulder* 1,7 %. Ferner führt es constant Eisen, so dass es eisenfrei nicht dargestellt werden kann (*Liebig*). Der Faserstoff findet sich im Blute, dem Chylus, der Lymphe, im Allgemeinen in geringer, aber wechselnder Menge; ebenso in vielen exsudativen pathologischen Flüssigkeiten.

Was seine Bedeutung betrifft, so nimmt man im Allgemeinen an, dass er aus dem Eiweiss hervorgehe und da seine Analysen einen etwas höheren Sauerstoffgehalt als beim Albumin erkennen lassen, so hat man hierauf die Hypothese begründet, dass Fibrin durch einen Oxydations- oder Verwesungsprozess eiweissartiger Körper gebildet werde.

Gedenken wir hier noch mit einigen Worten der Gerinnungserscheinungen des Faserstoffs. Fibrinhaltige Flüssigkeiten werden sehr bald dickflüssiger bis zum Gallertartigen. Später in Folge fortschreitender

Zusammenziehung des Faserstoffes wird ein Theil der vorher eingeschlossenen Flüssigkeit ausgepresst und das Koagulum nimmt unter fortschreitender Verkleinerung nach einigen Stunden eine gewisse Festigkeit an. Die mikroskopische Untersuchung zeigt uns ein Gewirr feiner Fäden oder Fasern und von ihnen eingeschlossen die zelligen Körperchen der Flüssigkeit. Von Manchen werden diese Fasern als der optische Ausdruck von Faltungen feiner membranöser Massen angesehen.

Anmerkung: Die Ansichten über das Fibrin gehen von jeher weit auseinander, namentlich darüber, wie man sich diesen Körper vor der Gerinnung in den thierischen Flüssigkeiten vorzustellen habe. So z. B. nimmt unter den neueren Forschern *Virchow* an, dass in letztern eine »fibrogene« Substanz als eine Vorstufe des Faserstoffs vorkomme, welche noch nicht die Fähigkeit freiwilligen Gerinnens besitze, und ein aus jener Vorstufe wahrscheinlich durch Oxydation erst hervorgegangenes Fibrin mit dem bekannten charakteristischen Koagulationsvermögen. Vergl. *Virchow*'s Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medizin. Frankfurt 1856. S. 104. — Während *Virchow* in seiner Arbeit den Ausspruch thut: »Wir haben gar keinen Grund anzunehmen, dass der Körper, welcher nach seiner Gerinnung sich als Faserstoff darstellt, nicht schon unmittelbar vor der Gerinnung existirt habe«, ist neuerdings *Brücke* (*Virchow*'s Archiv Bd. 12. S. 81 u. 172) für eine ganz andere Ansicht in die Schranke getreten, dafür nämlich, dass dasjenige, was man lösliches Fibrin nenne, als solches im Blute nicht vorkomme. Seiner Anschauung nach soll bei der Gerinnung der Faserstoff nur aus dem in der Blutflüssigkeit erhaltenen Eiweisskörper hervorgehen, indem ein Theil des Albuminats des Serums schon bei gewöhnlicher Temperatur koagulire, der andere grössere Rest aber erst bei einer höheren Wärme. *Brücke* macht darauf aufmerksam, dass bei dem Gerinnen des Fibrins eine gewisse Menge von schwer löslichem phosphorsaurem Kalke, ferner von Magnesia und Kalkerde, welche nicht an Phosphorsäure gebunden sind, präzipitiren. Er stellt sich nun vor, dass diese schwerlöslichen Mineralbestandtheile als solche Verbindungen im lebenden Blute nicht existirt haben, sondern erst im Gerinnungsakte aus der Zersetzung anderer löslicherer Verbindungen gebildet worden sind. Er nimmt an, dass eine Säure (?) bei der Koagulation einmal das lösliche Natronalbuminat des Blutes zersetze und dann die in Frage kommenden anorganischen Verbindungen des letzteren, so dass ein unlöslicher Proteinkörper und die schwer löslichen Mineralbestandtheile entständen. — Pferdeblut, welches durch künstliche Kältemischung am Gerinnen gehindert wird, enthält jetzt einen Proteinkörper, der sich vollkommen wie gewöhnliches Albumin verhält, während er bei der gewöhnlichen Blutgerinnung als Faserstoff niederfällt. Ferner lässt mit Essigsäure angesetztes Plasma bei nachheriger Neutralisation durch Ammoniak in einer Temperatur von 60° C. alle Proteinstoffe gerinnen, das gewöhnliche Albumin ebensowohl als das sogenannte Fibrin. Endlich gewann *Brücke* bei Sättigung eines nach *Lieberkühn*'s Angaben zubereiteten Kalialbuminats durch Phosphorsäure und Essigsäure, sowie bei der Behandlung desselben durch sauren phosphorsauren Kalk eine dem geronnenen Faserstoff wenigstens sehr ähnliche Masse.

§ 13.

Muskelfaserstoff, Syntonin.

Die Muskulatur wird von einer Proteinsubstanz hergestellt, welche man früher irrthümlich dem geronnenen Fibrin gleichsetzte, bis *Liebig*[1]) die Verschiedenheiten zeigte.

Dieser sogenannte Muskelfaserstoff oder das Syntonin, wie *Lehmann* den Körper genannt hat, löst sich im Gegensatze zum Blutfibrin in einem Wasser, welches 0,1 % Salzsäure enthält, auf, dagegen nicht in einer Salpeterlösung und in kohlensaurem Kali.

Die procentische Zusammensetzung des Syntonins, welches ebenso wenig rein dargestellt werden kann, als ein anderer Eiweisskörper, ist nach *Strecker*[2]) folgende:

C 54,46 (53,67)
H 7,27
N 15,84 (16,26)
S 1,02 — 1,21.

Der Aschengehalt beträgt nach ihm 1,4 %. Für das Syntonin glatter Muskelfasern erhielt *Lehmann* eine ähnliche Zusammensetzung.

Das Syntonin, welches aus einem der gewöhnlichen Eiweisskörper hervorgehen muss, bildet die Fasern der quergestreiften und die Faserzellen der glatten Muskulatur (*Lehmann*) und stellt hiernach ein sehr verbreitetes massenhaftes Gewebe dar.

Anmerkung: 1) Vergl. Annalen Bd. 73. S. 125. — 2) a. a. O. S. 127.

§ 14.

Käsestoff, Kasein.

Auch dieser Proteinkörper erscheint in den beiden Modifikationen. Das Kasein geht aus der löslichen Form in die unlösliche nicht freiwillig, gleich dem Faserstoff über, sondern durch Erhitzen. Es gerinnt aber im Gegensatze zum Eiweiss nicht in Flocken, sondern in Form eines Häutchens. Doch sehen wir mit Alkali versetzte Albuminlösungen häufig ebenso koaguliren, so dass die Unterscheidung des Kaseins von Natronalbuminat eine sehr missliche wird. Ebenso gerinnt der Käsestoff in Berührung mit der Magenschleimhaut. Säuren, aber im Gegensatze zum Albumin auch schon Essigsäure, fällen den Käsestoff in Flocken. Ein Strom von Kohlensäure soll nach *Lehmann* das Kasein der Milch nicht fällen. So verhält sich das im Körper vorkommende mit Alkalien verbundene Kasein. Reiner Käsestoff weicht wieder in manchem ab und ist namentlich in Wasser viel weniger löslich, vielleicht sogar unlöslich. Endlich erscheint das Kasein verschiedener Thierkörper nicht ganz gleich.

Als Beispiel einer prozentischen Zusammensetzung stehe hier eine Analyse *Mulder's*:

C 53,83
H 7,15
N 15,65
O }
S } 23,37.

Der Schwefelgehalt beträgt 0,85 %. Höchst bedeutend und physiologisch wichtig ist der hohe Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde. Er beträgt 6 %.

Das Kasein bildet einen Hauptbestandtheil der menschlichen und Säugethiermilch und den wichtigsten Nahrungskörper für den Neugeborenen. Es kommt hier theils gelöst in der Flüssigkeit, theils geronnen die Schalen der Milchkügelchen darstellend vor. Wie weit es daneben noch im Organismus verbreitet, steht dahin. Im Blute ist die Existenz des Käsestoffes wohl noch nicht über allen Zweifel dargethan[1]). In der mittleren Arterienhaut soll es nach *Schultze* vorkommen.

Anmerkung: 1) Aus dem Blutserum beschreibt *Panum* einen Proteinstoff unter dem Namen des Serumkaseins. Verdünnt man nämlich diese Flüssigkeit reichlich mit Wasser, so wird bei Neutralisation durch Essigsäure ein Eiweisskörper gefällt, welcher sich in geringem Ueberschuss der Essigsäure, ebenso in Alkalien und neutralen Alkalisalzsolutionen leicht wieder auflöst, in Wasser und Alkohol dagegen unlöslich ist. Dass dieser Körper Kasein sei, lässt sich bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens von den Proteinkörpern nicht beweisen, da er eben so gut ein alkalifreies salzarmes Eiweiss sein kann. Vergl. *Virchow's* Archiv Bd. 3. S. 251.

Das Vitellin im Dotter des Hühnereies, was man für einen besonderen Proteinkörper nahm, ist nach *Lehmann* ein Gemenge von Kasein und Eiweiss. Vergl. Physiol. Chemie. 2te Aufl. Bd. 1. S. 352.

§ 15.

Krystallin, Globulin.

Mit dem in der Krystalllinse des Auges in Form einer sehr concentrirten Lösung vorkommenden Krystallin halten Manche den von der Zellenmembran der Blutzellen umschlossenen Proteinkörper, das Globulin, identisch.

Das Krystallin gerinnt ebenfalls nicht freiwillig wie Fibrin, sondern dem Albumin ähnlich durch Erhitzung. Es bedarf aber einer höheren Temperatur als Eiweiss und scheidet sich hierbei entweder in Form einer globulösen Masse oder eines milchigen Koagulums ab. Eine mit Essigsäure versetzte Lösung des Krystallins wird erst bei genauer Neutralisation durch Ammoniak oder eine ammoniakalische Lösung durch Essigsäure gefällt. Ferner präzipitirt die Krystallinlösung vollkommen Kohlensäuregas. Andere Reaktionen stimmen mit denjenigen des Albumins überein.

Als Beispiel der prozentischen Zusammensetzung benützen wir abermals eine Analyse *Mulder*'s.

C 54,5
H 6,9
N 16,5
O, S 22,1.

Der Schwefelgehalt beträgt nach *Rüling* 1,227 %, nach *Lehmann* 1,134 %. Der Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde ist gering, 0,241 % (*Lehmann*).

Vorkommen: in der Krystalllinse, in den Blutzellen. (Auf die krystallinische Substanz der letztern wird weiter unten eingetreten werden müssen.)

§ 16.

Wir reihen hier endlich noch einige Körper an, welche im Allgemeinen sehr wenig erforscht, mit den Proteinstoffen aber verwandt sind und erfahrungsgemäss im Organismus aus ihnen hervorgehen.

In den Zellen der Horngewebe, dem Epithelium, den Nägeln und Haaren, ebenso den analogen Gebilden der Thiere, findet sich ein nicht rein darzustellender fester, in Wasser unlöslicher Körper, welcher einen ansehnlichen Schwefelgehalt bis gegen 5 % besitzen kann, in Alkalien sich theilweise löst, in seinen Zersetzungsprodukten eine nahe Verwandtschaft mit den Proteinkörpern beurkundet und gleich diesen mit Schwefelsäure behandelt Leucin und Tyrosin liefert, wie *Leyer* und *Koeller* fanden[1]. Man hat ihn Hornsubstanz, Keratin genannt.

Mit dem Namen des Schleimstoffes oder Mucins bezeichnet man einen in den Absonderungen der Schleimhäute bald nur aufgequollenen, bald gelösten Körper, welcher auch in der Synovia vorkommt, ebenso im Glaskörper des Auges und in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs, endlich auch in pathologischen Produkten getroffen ist. Er koagulirt durch Erhitzen nicht, durch Mineralsäuren wird er gefällt, um in ihrem Ueberschusse sich wieder aufzulösen. Essigsäure trübt oder schlägt ihn in Flocken nieder, ohne dass jedoch ein Ueberschuss der Säure diese wieder zur Lösung bringt. Alkohol erzeugt in Schleimstoff enthaltenden Flüssigkeiten ein faseriges Gerinnsel, welches in warmem Wasser sich wiederum löst. Das Verhalten des Mucins gegen Salz- und Salpetersäure ist im Uebrigen dasjenige der Proteinkörper, ebenso die Reaktion mit Zucker und Schwefelsäure die gleiche. Der Schleimstoff scheint keinen Schwefel zu enthalten, ist dagegen reich an phosphorsaurer Kalkerde (*Scherer*[2]). Das Mucin zeigt endlich ausgezeichnete fermentirende Eigenschaften.

Anmerkung: 1) Annalen der Chemie. Bd. 83. S. 332. Ueber die Hornsubstanz liegen Arbeiten vor von *Scherer* und *van Laer* (a. a. O. Bd. 40. S. 59 und Bd. 45. S. 162. — 2) Vergl. Annalen Bd. 57. S. 196.

B. Die histogenetischen Abkömmlinge der Proteinkörper.

§ 17.

Erfahrungsgemäss geht im thierischen Körper (dem sie allein zukommen) aus den Proteinstoffen die wichtige Gruppe der leimgebenden Materien hervor, welche in den bindegewebigen Theilen, den Knorpeln und Knochen einen grossen Theil unseres Leibes herstellen. Man versteht unter leimgebenden Körpern Stickstoff- und Schwefelhaltige Substanzen, welche in kaltem Wasser gänzlich unlöslich, alle bei längerem Kochen in Wasser gelöst werden und einen beim Erkalten gelatinirenden Stoff, den sogenannten Leim liefern, ohne dass hierbei, wie man annimmt, ihre Zusammensetzung sich erheblich änderte (obgleich wir in diese Umwandlung zur Zeit noch keine genügende chemische Einsicht besitzen).

Mit den Proteinkörpern theilen sie, wie schon oben bemerkt, eine analoge verwickelte Zusammensetzung, die Neigung im Wasser aufzuquellen und zu faulen, die indifferente Natur, sowie den Umstand, dass sie von Alkalien und Kalksalzen begleitet werden. Ihre wahre Zusammensetzung ist ebenso unbekannt als diejenige der Proteinstoffe.

Von diesen letzteren unterscheiden sie sich schon durch ihre Lösbarkeit in siedendem Wasser und die nachherige gallertartige Erstarrung. Ebenso werden sie durch die Probe mit Schwefelsäure und Zucker nicht roth, sondern gelbbräunlich. Mit Salpetersäure färben sie sich dagegen gleich den Eiweisskörpern gelb.

Von grossem Interesse, um Verwandtschaft wie Verschiedenheit gegenüber den Proteinstoffen darzuthun, sind die Zersetzungsprodukte der Leimkörper.

1. Beim Schmelzen mit Kalihydrat sehen wir unter Entwicklung von Ammoniak eine Zerlegung in Leucin und Glycin eintreten.

2. Die beiden letzten Körper bilden sich ebenfalls durch die Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure.

3. Bei der Behandlung mit Schwefelsäure und Braunstein oder chromsaurem Kali erhalten wir im Allgemeinen dieselben zahlreichen Zersetzungsprodukte wie bei den Proteinkörpern (s. oben S. 20).

§ 18.

Collagen und Glutin.

Die sich beim Kochen in gewöhnlichen Leim oder Glutin verwandelnde Substanz, das Collagen, ist wenig erforscht, das Glutin dagegen in seinen Reaktionen etc. vielfach untersucht. Eine Leimlösung wird nicht gefällt durch Säuren (so nicht durch Essigsäure) und Alka-

lien; nur Gerbsäure als sehr scharfes Reagens gibt einen Niederschlag. Unter den Erd- und Metallsalzen fällen das Glutin Quecksilber- und Platinchlorid, ebenso basisch schwefelsaures Eisenoxyd, aber nicht essigsaures Bleioxyd.

Indem wir ebenso wenig für das Glutin als die Eiweissstoffe eine sichere Formel besitzen, halten wir uns an die prozentische Zusammensetzung nach einer *Scherer*'schen Analyse.

C 50,76
H 7,15
N 18,32
O 23,77.

Der Schwefelgehalt beträgt 0,12—0,14 % (*Schlieper*).

Das Glutin bildet die grosse Gruppe bindegewebiger Theile, die organische Grundlage der Knochen und der verknöcherten Knorpel. Es tritt somit das Collagen in grösster Verbreitung im Organismus auf, Gewebe von niederer physiologischer Dignität bildend. Da kein Leim, mit Ausnahme eines Falles von leukämischen Blutes (*Scherer*[1])) zur Zeit in den Flüssigkeiten des Körpers beobachtet ist, so muss das Collagen aus den Proteinstoffen hervorgehen, wie denn auch Bindegewebe in früher Embryonalzeit keinen Leim gibt, sondern aus einem Proteinkörper zu bestehen scheint (*Schwann*). Ueber das Wie dieser Umwandlung vermögen wir bei dem gegenwärtigen Zustand der Zoochemie nichts zu sagen.

Anmerkung: 1) Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg. Bd. 2. S. 321.

§ 19.

Chondrigen und Chondrin.

Dem Glutin verwandt ist der aus der Hornhaut des Auges und aus den permanenten Knorpeln und den Knochenknorpeln vor eingetretener Verknöcherung, ebenso einer pathologischen Knorpelbildung, dem Enchondrom, erhaltene Leim, das Chondrin oder der Knorpelleim. Nur rufen in einer Chondrinlösung die meisten Säuren Niederschläge hervor, welche sich im Ueberschuss wieder lösen; nicht so aber die Essigsäure, deren Präcipität sich nicht mehr löst. Ebenfalls ergeben Alaun, schwefelsaures Eisenoxydul und -oxyd, schwefelsaures Kupferoxyd, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd, salpetersaures Silberoxyd und salpetersaures Quecksilberoxydul starke Fällungen. Vom Chondrigen weiss man nicht viel.

Auffallend, wenn es sich bestätigen sollte, ist die Angabe *Hoppe*'s[1]), dass Chondrin abweichend vom Glutin bei Behandlung mit Schwefelsäure nur Leucin, aber kein Glycin ergeben soll, während beim Schmelzen mit Kalihydrat neben Leucin auch Glycin als Zersetzungsprodukt entsteht.

Die prozentische Zusammensetzung ist nach einer Analyse *Scherer*'s:

C 50,754
H 6,904
N 14,692
O, S 27,650.

Ueber die Entstehung des Chondrins aus Proteinkörpern gilt dasselbe wie beim Glutin. Was eine etwaige Umwandlung des Chondrins in Glutin beim Verknöcherungsprozess betrifft, so gestattet das jetzige chemische Wissen keinen Aufschluss. Doch gehört vielleicht hierher eine Beobachtung von *Schultze*, wornach mit Kali behandeltes Chondrigen bei nachherigem Kochen Glutin geben soll.

Neben diesen beiden genauer gekannten leimgebenden Materien scheinen im thierischen Organismus noch andere verwandte Stoffe vorkommen zu können.

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal. Bd. 56. S. 129.

§ 20.

Elastische Substanz.

Ein im Körper sehr verbreitetes Gewebe, das elastische, wird von einer Substanz gebildet, welche, von den leimgebenden Materien verschieden, sich durch ihre ungewöhnliche Schwerlöslichkeit und Unveränderlichkeit auszeichnet.

Sie gibt mit Wasser, selbst längere Zeit gekocht, keinen Leim, wenn sie anders nicht mit Bindegewebe verunreinigt ist und widersteht überhaupt einem lange fortgesetzten Kochen. Ebenso wird der elastische Stoff von Essigsäure in der Kälte und Wärme nicht angegriffen und erst bei tagelangem Kochen in ihr gelöst. Eine etwas verdünnte Salzsäure löst ihn in der Wärme auf. Salpetersäure färbt ihn gelb unter Bildung der Xanthoproteinsäure. Nur ganz allmählich löst ihn Kalilauge. Schwefelsäure und Zucker färben ihn nicht roth.

Was die Zersetzungsprodukte betrifft, so ist eine Beobachtung *Zollikofer*'s[1]) von hohem Interesse. Bei Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure ergibt die elastische Substanz nur Leucin und nicht auch noch Glycin wie die leimgebenden Materien, oder Tyrosin gleich den Proteinkörpern.

Der elastische Stoff ist mehrfach analysirt worden. *Tilanus*[2]) erhielt folgende prozentische Zusammensetzung:

C 55,65
H 7,41
N 17,74
O 19,20.

Die grosse Unveränderlichkeit der elastischen Materie, ihre chemische Indifferenz müssen sie als besonders tauglich erscheinen lassen, Flüssigkeiten im Organismus zu umschliessen, zu filtriren etc. Ihre hohe Elasticität ist gleichfalls von grösster Bedeutung[3]).

Ueber ihren Ursprung wissen wir nichts Sicheres. Doch ist es kaum zu bezweifeln, dass sie aus den Proteinkörpern des Organismus hervorgehe.

Anmerkung: 1) Vergl. Annalen Bd. 82. S. 162. — 2) Vergl. *Mulder's* physiol. Chemie. S. 595. — 3) *Donders* in einem anziehenden Aufsatze (*Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. 3. S. 348 und Bd. 4. S. 242) hat eine viel weitere Ausbreitung des elastischen Stoffes als in dem eigentlichen elastischen Gewebe wenigstens sehr wahrscheinlich gemacht, obgleich er, wie wir glauben, in manchen seiner Angaben wiederum zu weit geht. Seiner Ansicht nach bestehen die Membranen aller thierischen Zellen und die aus Zellenmembranen entstandenen Scheiden der Muskelfäden, der Nervenröhren, die Wände der Haargefässe, ebenso manche strukturlose Häute, wie die *Descemet*'sche Haut und die Linsenkapsel, im Allgemeinen aus der gleichen Materie. Wir werden später im histologischen Theile darauf zurückkommen müssen.

C. Die Kohlenhydrate.

§ 21.

Die Chemie hat uns mit einer Anzahl stickstoffloser indifferenter Körper bekannt gemacht, welche bei sehr verschiedenen physikalischen Eigenschaften eine analoge Zusammensetzung nach der Formel $C_{12} H_n O_n$ besitzen, die Wasserstoff- und Sauerstoffäquivalente also wie im Wasser enthalten, ohne dass wir sie als wirkliches Wasser in die Zusammensetzung eingehend annehmen dürften. Daher der Name der Kohlenhydrate, welcher eigentlich auf einem chemischen Irrthume beruht. Uebrigens ist die wahre Konstitution dieser Körper, vermuthlich eine verwickelte, zur Zeit noch gänzlich unbekannt, wie denn auch künstlich keiner dieser Stoffe bisher dargestelllt werden konnte.

Alle Kohlenhydrate sind von neutraler Beschaffenheit, weder den Charakter von Säuren noch von Basen besitzend. Alle erscheinen fest, keins ist flüchtig, ein Theil krystallinisch. Manche dieser Körper zeigen sich unlöslich in Wasser (Cellulose), andere sehr leicht löslich (Traubenzucker). Die letzteren kommen meistens im Organismus in wässeriger Lösung vor oder in die Zusammensetzung anderer Stoffe als Paarlinge eingetreten. Von einem wahrscheinlichen Gepaartsein der Proteinkörper mit einem Kohlenhydrate war schon bei diesen Substanzen die Rede (S. 19).

Leicht gehen die einzelnen Kohlenhydrate in einander über und in dieser Hinsicht spielen manche eiweissartige Fermentkörper eine wichtige Rolle im Organismus. Durch Digestion mit verdünnten Mineralsäuren

werden sie meistens in Traubenzucker umgewandelt. Als organisches Endglied der Oxydation erscheint bei allen die Oxalsäure, häufig vorher Zuckersäure oder Schleimsäure. Von Wichtigkeit sind ferner die Beziehungen der Kohlenhydrate zu organischen Säuren, indem manche dieselbe Zusammensetzung besitzen und ein Theil leicht aus jenen hervorgeht, so Essigsäure, Propionsäure und andere Fettsäuren, Milchsäure; ebenso zu den Alkoholen.

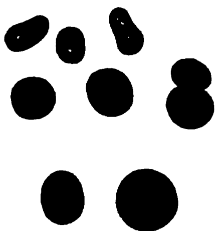
Die Bedeutung der Kohlenhydrate im Pflanzenreiche ist eine sehr hohe, wie sie denn auch (freilich nicht alle, so der Milchzucker nicht) von der Pflanze erzeugt werden und theilweise, wie namentlich die Cellulose, von hohem histogenetischen Werthe sind. Anders gestaltet sich die Sache im thierischen Organismus, namentlich im Körper der höheren Thiere und des Menschen. Die wenigen hier vorkommenden Kohlenhydrate zeigen nicht die geringsten gewebebildenden Eigenschaften und sind gelöst in den Säften. Theilweise scheinen sie Zersetzungsprodukte anderer Materien, wie der Proteinkörper, andererseits stammen sie aus der Nahrung. Durch ihre physiologische Zerspaltung liefern sie schliesslich nach der üblichen Theorie Kohlensäure und Wasser. Wie weit sie im Organismus in die höheren Glieder der Fettsäuren überzugehen und so zur Fettbildung beizutragen vermögen, lassen wir dahingestellt, obgleich letzteres von manchen Kohlenhydraten feststeht.

Aus dieser Gruppe erscheinen nur zwei Körper und zwar zwei Zuckerarten, nämlich **Traubenzucker** und **Milchzucker**, unter den Bestandtheilen unseres Leibes.

Die **ächten Zuckerarten** sind im Allgemeinen von süssem Geschmack, löslich in Wasser, fast alle krystallinisch und der geistigen Gährung, besonders durch Hefenzellen, fähig.

Anmerkung: In menschlichen Leichen trifft man mit fortschreitender Zersetzung, namentlich im Gehirn und Nervensystem, aber auch in anderen Theilen rundliche oder doppelbrodförmige Gebilde von verschiedener Grösse an, welche in ihrem Ansehen sehr an Stärkemehlkörner erinnern (Fig. 1). Es sind die sogenannten *Corpuscula amylacea*, Amyloidkörperchen (*Virchow*). Sie zeigen sich bald geschichtet, bald nicht und verhalten sich in ihren Reaktionen verschieden, indem sie durch Jod und Schwefelsäure violett und theilweise durch Jod bläulich oder blau werden und so bald an Amylon, bald an Cellulose erinnern, ohne dass wir darauf hin schon berechtigt wären, sie aus einer dieser Substanzen bestehend anzunehmen. — Aus der reichen Literatur der *Corpuscula amylacea* vergl. man *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 51, sowie in seinem Archiv Bd. 6 und 8 an mehreren Stellen; ferner *Donders* Nederl. Lancet. 1854. Oct. Nov. S. 274 und *Stilling*, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. Frankfurt 1856. S. 45. (Mit letzterem Forscher muss ich die Abwesenheit unserer Gebilde im frischen Säugethierkörper und ihre zunehmende Häufigkeit bei der Fäulniss desselben behaupten.)

Fig. 1.



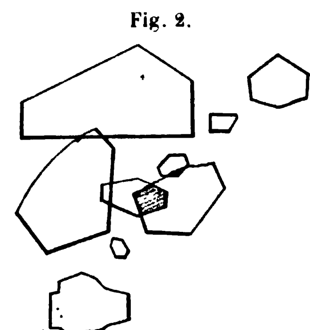
Corpuscula amylacea aus dem Gehirn des Menschen.

§ 22.

Traubenzucker oder **Krümelzucker** $C_{12}H_{12}O_{12} + 2HO$.

Der Traubenzucker (Fig. 2) krystallisirt meistens undeutlich in krümeligen oder warzenförmigen Massen, selten in Tafeln, welche wohl dem klinorhombischen System angehören; er löst sich leicht in Wasser, steht aber in dieser Hinsicht dem Rohrzucker nach, welcher ebenfalls einen süsseren Geschmack besitzt. Eine Traubenzuckerlösung polarisirt das Licht nach rechts. Bis 100° C. erhitzt, schmilzt Traubenzucker unter Verlust von 2 Aequivalenten Krystallwasser. Er reduzirt schwefelsaures Kupferoxyd mit einer Kalilösung schon bei geringer Erwärmung zu Kupferoxydul, vereinigt sich mit Basen, geht mit Kochsalz eine in vier- bis sechsseitigen grossen Pyramiden krystallisirende Verbindung ein und vereinigt sich beim Erwärmen mit Fettsäuren und Benzoësäure unter Wasserverlust zu eigenthümlichen neutralen Verbindungen (*Berthelot*).

Fig. 2.



Tafelförmige Krystalle des Traubenzuckers aus Honig ausgeschieden.

Unter seinen manchfachen Zersetzungsprodukten heben wir einige hervor. Mit Salpetersäure geht Traubenzucker in Zuckersäure und Oxalsäure über; bei der geistigen Gährung, am besten bei Gegenwart von Hefenzellen, zerfällt er in Aethylalkohol und Kohlensäure. Bei Gegenwart anderer stickstoffhaltiger Körper, wie von Albumin und Kasein, aber auch von Basen, unterliegt er der Milchsäure- und später der Buttersäuregährung.

Der Traubenzucker, im Pflanzenreiche vorkommend und auf verschiedenem Wege (durch Schwefelsäure, Diastase) aus anderen Kohlenhydraten hervorgehend, wird aus letzteren und zwar dem Amylum durch die fermentirenden Eigenschaften verschiedener Drüsensekrete, so derjenigen der Mundhöhle, des pankreatischen und Darmsaftes im Körper gebildet und erscheint, von dem Verdauungskanale her resorbirt, im Chylus und im Blute. Man nimmt an, da er in letzterem bald verschwindet, er werde in diesem zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, ohne dass man jedoch die Zwischenprodukte kennt.

Daneben hat der Traubenzucker noch eine zweite Bedeutung. Er ist nämlich Zersetzungsprodukt eines stickstoffhaltigen oder Protein-Körpers im Lebergewebe (*Bernard* und *Barreswil*[1])).

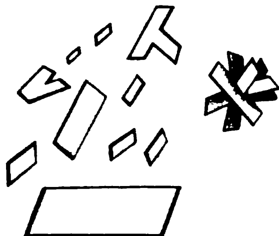
Im normalen menschlichen Harn fehlt der Traubenzucker, dagegen tritt er bei Thieren in sonderbarer Weise nach Reizung des verlängerten Marks (*Bernard*), aber auch anderer Stellen der Centralorgane auf. Pathologisch kommt Traubenzucker, und oft in grosser Menge, bei einer be-

sonderen Krankheit, der Harnruhr, dem *Diabetes mellitus*, im Harn und den verschiedensten Säften des Körpers vor.

Milchzucker $C_{12} H_{11} O_{11} + HO$.

Durch seine Zusammensetzung, ebenso seine Krystallisation in schiefen vierseitigen Prismen (Fig. 3), durch geringere Löslichkeit in Wasser, sowie durch den Umstand, dass er nur schwierig in geistige Gährung übergeht, ist der Milchzucker von dem vorigen Körper verschieden. Er polarisirt den Lichtstrahl ebenfalls nach rechts und reduzirt Kupferoxyd gleich Traubenzucker. Durch verschiedene Säuren geht er in eine andere amorphe Zuckerart über, welche man früher dem Traubenzucker identisch setzte, in Lactose. Durch die Einwirkung von Salpetersäure zerfällt er in Schleimsäure und Oxalsäure. Mit Schwefelsäure und chromsaurem Kali behandelt, liefert er neben Ameisensäure den Aldehyd der Essigsäure. Durch Behandlung mit Alkalien entstehen nach *Boedeker*[2]) zwei neue zweibasische Säuren, die Gallactinsäure $C_{14} H_5 O_9$ und die Pectolactinsäure $C_{16} H_6 O_{10}$, deren Formeln aber kaum richtig sein dürften. Durch Käsestoffferment, aber auch andere Gährungserreger, verwandelt sich der Milchzucker wie der vorige Körper in Milchsäure und Buttersäure.

Fig. 3.



Milchzucker aus der Milch.

Der Milchzucker, der Pflanzenwelt mangelnd, ist Bestandtheil der Säugethier- und Menschenmilch. Seine Menge in dieser Flüssigkeit steht mit den eingeführten Kohlehydraten in Proportion; doch geht er auch der Milch der Fleischfresser bei reiner Fleischnahrung nicht ab, wie *Bensch*[3]) gegenüber *Dumas* gezeigt hat. Im Blute säugender Thiere ist er noch nicht mit Sicherheit dargethan; er scheint zu fehlen.

Der Milchzucker dürfte sonach durch die (fermentirende?) Einwirkung der Brustdrüse sich bilden. Der Gedanke an Traubenzucker als den zunächst verwandten Körper für diese Erzeugung des Milchzuckers liegt nahe.

Anmerkung: 1) Ueber die Zuckerbildung in der Leber vergl. man *Bernard* und *Barreswil Compt. rend. Tome* 27. *p.* 514. *Bernard* a. a. O. Tome 31. p. 572. *Bernard Nouvelle fonction du foie, considéré comme organe producteur de la matière sucrée chez l'homme et chez les animaux. Paris* 1853. *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd 1. S. 271; Bd. 2. S 217; Bd. 3. S. 243. *Von Becker* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 5. S. 123. — 2) Annalen Bd. 100. S. 264. — 3) Annalen Bd. 61. S. 221.

D. Die falschen Zuckerarten.

§ 23.

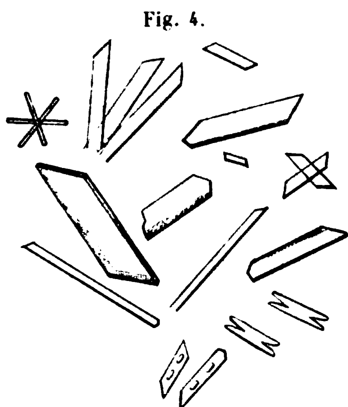
Man kann den ächten Zuckerstoffen eine Anzahl neutraler, meist im Pflanzenreiche, zum Theil aber auch im thierischen Organismus vorkommender Körper anreihen, welche mit jenen den süssen Geschmack und eine ähnliche Zusammensetzung theilen (wenn auch sie nicht immer Wasserstoff- und Sauerstoffäquivalente in dem Verhältnisse des Wassers besitzen). Sie unterscheiden sich von den wahren Zuckerarten durch die Unfähigkeit mit Hefenzellen in geistige Gährung überzugehen, obgleich sie auf einem anderen Wege theilweise dieses vermögen, nämlich in Berührung mit faulenden Thierstoffen und Kreide[1]). Ebenso hat man durch Gährung aus mehreren unserer Körper in neuerer Zeit Zucker erhalten (*Berthelot*[2])). Endlich vereinigen sich wenigstens einige dieser Stoffe, wie Glycerin, den Alkoholen ähnlich, mit organischen Säuren zu eigenthümlichen neutralen Verbindungen, wobei für eins, zwei oder drei Säureäquivalente die doppelte Aequivalentmenge Wasser aus der Gesammtverbindung ausscheidet. Doch kann dieses nach *Berthelot* bei ächten Zuckerarten ebenfalls vorkommen.

Wir haben für unsere Zwecke nur zwei dieser Stoffe zu erwähnen, den Inosit, welcher die Natur eines Zersetzungsproduktes der Proteinkörper besitzt und das Glycerin, was als Bestandtheil der Neutralfette eine histogenetische Bedeutung erlangt.

Inosit, Muskelzucker, $C_{12} H_{12} O_{12} + 4 HO$.

Dieser von *Scherer*[3]) entdeckte Körper ist identisch mit dem im Pflanzenreiche vorkommenden Phaseomannit (*Vohl*[4])).

Fig. 4.



Inosit aus der Herzmuskulatur des Menschen.

Der Inosit (Fig. 4) bildet klinorectanguläre Prismen, welche bei 100° C. vier Aequivalente Krystallwasser verlieren und an der Luft verwittern. Aus einer Lösung in siedendem Alkohol krystallisirt er in glänzenden Plättchen. Er besitzt einen süssen Geschmack und löst sich leicht in Wasser. Unser Stoff hat bisher geistige Gährung mit Hefenzellen nicht erkennen lassen, bildet aber mit Käsestoffferment Milchsäure und Buttersäure.

Er reduzirt Kupferoxyd nicht, färbt sich dagegen mit Salpetersäure fast bis zur Trockne abgedampft und alsdann mit etwas Ammoniak übergossen beim Abdampfen lebhaft rosenroth.

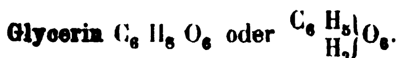
Am besten gelingt diese Reaktion beim Zusatz von Chlorcalcium.

Im Körper scheint der Inosit weit verbreitet. In der Flüssigkeit der Herzmuskulatur, im Pankreas und der Thymus (*Scherer*); dann von *Cloëtta*[5]) angetroffen in den Lungen, den Nieren, der Milz und Leber, endlich von *Müller*[6]) in der Gehirnsubstanz. Inosit kann auch in den Harn übergehen, so bei *Diabetes* und *Bright*'scher Krankheit (*Cloëtta*, *Neukomm*).

Der Inosit ist, wie schon oben erwähnt, zweifelsohne ein Zersetzungsprodukt histogenetischer Substanzen.

Anmerkung. 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 69. S. 454. — 2) an dems. Orte Bd. 71. S. 507. — 3) Annalen Bd. 73. S. 322. — 4) Annalen Bd. 101. S. 50. — 5) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 1. S. 205. — 6) Annalen Bd. 101. S. 131.

§ 24.



Glycerin $C_6 H_8 O_6$ oder $C_6 \left.\begin{matrix}H_5\\ H_3\end{matrix}\right\} O_6$.

Das Glycerin, von seinem süssen Geschmack auch Oelsüss genannt, ist nach den gegenwärtigen Anschauungen der Chemie ein den Alkoholen in mancher Hinsicht verwandter Körper. Es erscheint als ein flüssiger, farbloser, nicht krystallisirbarer Stoff, der mit Wasserdämpfen etwas flüchtig ist und bei starkem Erhitzen zum Theil ohne Zersetzung ebenfalls noch verflüchtigt werden kann. Mit Kalihydrat erhitzt, zerfällt es unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Essigsäure und Ameisensäure. Mit wasserfreier Phosphorsäure geht das Glycerin unter Verlust von Wasser in einen neuen Körper, das Acrol $C_6 H_4 O_2$, über, was als Aldehyd der Acrylsäure betrachtet werden kann. Von konzentrirter Salpetersäure wird es zerlegt in Oxalsäure, Kohlensäure und Wasser. Mit Hefe bildet es unter Zersetzung Metacetonsäure (und Milchsäure?). Interessant ist die Beobachtung *Berthelot*'s, dass Glycerin mit Hodensubstanz (aber auch mit vielen anderen stickstoffhaltigen Materien) einen gährungsfähigen Zucker bildet.

Das Glycerin vereinigt sich ähnlich den Alkoholen (aber auch ächten Zuckerarten) einmal mit Säuren zu gepaarten Säuren, dann aber auch zu neutralen Verbindungen, den sogenannten Glyceriden. Hier sind wie bei den mehrsäurigen Alkoholen organische Säuren und Glycerin unter Wasserausscheidung in folgenden Verhältnissen verbunden:

1 Aeq. Glycerin + 1 Aeq. Säure — 2 Aeq. Wasser.
1 Aeq. Glycerin + 2 Aeq. Säure — 4 Aeq. Wasser.
1 Aeq. Glycerin + 3 Aeq. Säure — 6 Aeq. Wasser.

In dieser Weise haben wir z. B. Vereinigungen des Glycerins mit der Essigsäure, das Acetin, Diacetin und Triacetin. Die höheren Glieder der alsbald zu besprechenden Fettsäuren, Palmitinsäure, Margarinsäure und Stearinsäure, aber auch schon Buttersäure, ebenso die einer anderen

Gruppe angehörige Elainsäure gehen ähnliche Verbindungen mit Glycerin ein, wovon die eine Reihe, mit 3 Aequivalenten Säure nämlich, die sogenannten neutralen Fette bildet, von welchen später die Rede sein wird.

Das Glycerin, welchem wir nach den zuletzt erwähnten Verbindungen die Formel $\left.\begin{matrix}C_6 H_5 \\ H_3\end{matrix}\right\}O_6$ ertheilen dürfen, indem wir in ihm einen dem Alkoholradikal Allyl (oder Acryl) $C_6 H_5$ gleichen Atomenkomplex annehmen, der aber 3 Aeq. H substituirt, gelangt mit den Neutralfetten in den Organismus. Es wird bei der Verseifung letzterer frei und muss ebenso bei der nachherigen Bildung von neutralem Fette in den Geweben mit den Fettsäuren sich wieder vereinigen, Verhältnisse, welche noch nicht aufgeklärt sind, wie wir denn auch seine physiologischen Zersetzungsprodukte noch nicht kennen.

Glycerinphosphorsäure $2 HO. C_6 H_7 O_5. PO_5$, eine nicht krystallisirbare Flüssigkeit, leicht löslich in Wasser und Alkohol, bildet mit Basen in Wasser leicht lösliche Doppelsalze, so das phosphorsaure Glycerin-Ammoniak, einen Bestandtheil des Eidotters beim Huhn, sowie der Gehirnfette.

E. Die Fettsäuren nach der Formel $C_n H_n O_4$.

§ 25.

Nach der vorangehenden empirischen Formel zusammengesetzt finden wir eine grosse Anzahl einbasischer Säurehydrate, von welchen die Mehrzahl in den Fetten des Pflanzen und Thierreichs vorkommt. Die zur Zeit bekannten Glieder sind folgende:

Ameisensäure	$HO. C_2 H O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_2 H O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Essigsäure	$HO. C_4 H_3 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_4 H_3 O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Metacetonsäure (Propionsäure). .	$HO. C_6 H_5 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_6 H_5 O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Buttersäure	$HO. C_8 H_7 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}O_8 H_7 O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Valeriansäure	$HO. C_{10} H_9 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{10} H_9 O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Capronsäure	$HO. C_{12} H_{11} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{12} H_{11} O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Oenanthylsäure	$HO. C_{14} H_{13} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{14} H_{13} O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Caprylsäure.	$HO. C_{16} H_{15} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{16} H_{15} O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.
Pelargonsäure	$HO. C_{18} H_{17} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{18} H_{17} O_2 \\ H\end{matrix}\right\}O_2$.

Caprinsäure . . . . HO. $C_{20}H_{19}O_3$ oder $C_{20}H_{19}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Coccinsäure (*St. Èvre*) . . . . . . HO. $C_{22}H_{21}O_3$ oder $C_{22}H_{21}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Laurostearinsäure . . . . HO. $C_{24}H_{23}O_3$ oder $C_{24}H_{23}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Myristinsäure . . . . HO. $C_{28}H_{27}O_3$ oder $C_{28}H_{27}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Cetinsäure (Bensäure) . . . . . . HO. $C_{30}H_{29}O_3$ oder $C_{30}H_{29}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Palmitinsäure . . . . HO. $C_{32}H_{31}O_3$ oder $C_{32}H_{31}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Margarinsäure (*Heintz*) . . . . . . HO. $C_{34}H_{33}O_3$ oder $C_{34}H_{33}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Stearinsäure . . . . HO. $C_{36}H_{35}O_3$ oder $C_{36}H_{35}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Arachinsäure (Butinsäure) . . . . HO. $C_{40}H_{39}O_3$ oder $C_{40}H_{39}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Behensäure . . . . HO. $C_{44}H_{43}O_3$ oder $C_{44}H_{43}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Cerotinsäure . . . . HO. $C_{54}H_{53}O_3$ oder $C_{54}H_{53}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Melissinsäure . . . . HO. $C_{60}H_{59}O_3$ oder $C_{60}H_{59}\left.\begin{matrix}O_2\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Man kennt diese Säuren zum Theil in wasserfreiem Zustande als sogenannte Anhydride, wo sie ihre sauren Eigenschaften eingebüsst haben; ebenso ihre Aldehyde und die entsprechenden Alkohole.

Unsere Säuren unterscheiden sich von den Alkoholen, welche sauerstofffreie Radikale besitzen, durch ihre sauerstoffhaltigen. Die Radikale der Fettsäuren stehen zu den Radikalen der ihnen zugehörigen Alkohole in dem einfachen Verhältnisse, dass zwei Aequivalente H in dem Alkoholradikale durch 2 Aeq. O vertreten sind. So ist z. B. C_4H_5 das Radikal des Aethylalkohols, $C_4H_3O_2$ dagegen das der Essigsäure.

Hinsichtlich der theoretischen Konstitution kann man die Fettsäuren so betrachten, dass ihnen die Ameisensäure zu Grunde liegt und dass bei den folgenden immer der Wasserstoff des Ameisensäureradikals substituirt wird durch Alkoholradikale und zwar in der Weise, dass in der Essigsäure H ersetzt ist durch Methyl, in der Propionsäure durch Aethyl, in der Buttersäure durch Propyl etc., immer also durch das Alkoholradikal der zunächst vorhergehenden Säure (*Staedeler*). Sonach wäre z. B. Ameisensäure C_2HO_3, deren H substituirt ist, durch Methyl C_2H_3 = Essigsäure $C_4H_3O_3$ (oder $C_2(C_2H_3)O_3$); der H der Ameisensäure substituirt durch Aethyl C_4H_5 ergibt Metacetonsäure $C_6H_5O_3$ (oder $C_2(C_4H_5)O_3$) und eine Substitution der H der Ameisensäure durch Propyl C_6H_7 lieferte Buttersäure = $C_8H_7O_3$ (oder $C_2(C_6H_7)O_3$).

Was die chemischen Eigenschaften der Gruppe betrifft, so haben die niederen Glieder der Reihe den Charakter von Säuren in starker Ausprä-

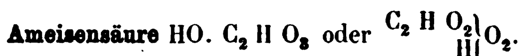
gung und sind in Wasser leicht löslich. Bei den höheren nimmt mehr und mehr erstere Beschaffenheit ab; sie werden zu schwächeren Säuren und die Löslichkeit in Wasser verliert sich allmälich, die fettigen Eigenschaften treten hervor, so dass ihre Salze die Natur der Seifenverbindungen erlangen, während die Salze der niederen Glieder den gewöhnlichen Salzverbindungen anorganischer Säuren sehr ähnlich sind. Sämmtliche Fettsäuren mit hohen Aequivalenten sind aber löslich in Alkohol und Aether.

Alle diese Säuren verflüchtigen sich ohne Zersetzung, so aber, dass ihr Siedpunkt um so höher liegt, je grösser ihr Aequivalent. In dieser Weise sind die niederen Glieder schon bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, während die höheren feste Körper darstellen. — Durch Oxydationsmittel, ebenso in Folge von Zersetzungen bei Gegenwart faulender Stoffe zerfallen vielfach die höheren Glieder in die zunächst vorhergehende niedere Säure, wobei je 2 Aeq. C und H zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden. Die Zahl der im thierischen und menschlichen Körper vorkommenden, hierher gehörigen Fettsäuren ist eine nicht unbeträchtliche und ihre physiologische Bedeutung verschieden ausfallend.

§ 26.

Man kann die grosse Menge der Fettsäuren in zwei Gruppen zerlegen, in die *niederen* oder *flüssigen* und die *höheren* oder *festen*, eine Eintheilung, welche auch von einem gewissen physiologischen Werthe ist.

Die *flüssigen* fetten Säuren (bis zur Capronsäure) sind sämmtlich bei einer Temperatur von 30° C. flüssig, in Wasser löslich; ebenso ihre Salze. Sie können in der verschiedenartigsten Weise entstehen; so durch Oxydation der Proteinkörper und Leimstoffe, bei der Fäulniss histogenetischer Substanzen, bei gewissen Gährungsprozessen, bei der Oxydation und Fäulniss der Fette. So bilden sie sich z. B. sämmtlich bei Einwirkung der Salpetersäure auf Elainsäure, überhaupt auf Fettsäuren mit hohem Atomgewicht. Ihr Ursprung im menschlichen Körper kann darum ein sehr verschiedenartiger sein. Keine dieser Säuren aber, im völligen Gegensatze zu den höheren, betheiligt sich bei der Gewebebildung; sie besitzen vielmehr vorzugsweise den Charakter der Zersetungsprodukte und sind bestimmt, oft erst nach weiterer Zerlegung (die für die Wärmebildung des Organismus von Wichtigkeit) den Leib zu verlassen.



Ameisensäure $HO.\,C_2\,H\,O_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_2\,H\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}O_2$.

Sie wurde in der die Muskeln, das Gehirn und die Milz durchtränkenden Flüssigkeit (*Scherer*, *Müller*) angetroffen; in der Thymus (*Gorup-Besanez*); im Schweisse und zwar in beträchtlicherer Menge (*Lehmann*); ferner im Blute von Hunden nach längerer Zuckerfütterung (*Bouchardat* und

Sandras); auch im pathologischen Blute. Manche dieser Angaben erscheinen etwas bedenklich.

Essigsäure HO. $C_4 H_3 O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_4 H_3 O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Sie ist Bestandtheil der Fleisch- und Milzflüssigkeit (*Scherer*); ferner findet sie sich in der Thymusdrüse, ebenso ist sie im Schweisse beobachtet worden. Essigsäure ist ebenfalls im Mageninhalte angetroffen worden; vielleicht kommt sie auch in der Gehirnflüssigkeit vor; endlich erscheint sie als zufälliger Bestandtheil des Blutes nach Branntweingenuss.

Metacetonsäure (Propionsäure) HO. $C_6 H_5 O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_6 H_5 O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Diese Säure wurde bisher nur und zwar nicht einmal mit Sicherheit als Bestandtheil des Schweisses nachgewiesen.

Buttersäure HO. $C_8 H_7 O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_8 H_7 O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

In der Fleisch- und Milzflüssigkeit (*Scherer*), der Milch, im Schweisse, in den Absonderungen der Talgdrüsen an manchen Körperstellen, so an den Genitalien; im Harn (?). Ihr Vorkommen im Blute (*Lehmann*) muss zweifelhaft erscheinen. Im Magen- und Darminhalt als Gährungsprodukt der Kohlenhydrate. Mit Glycerin ist sie Bestandtheil des neutralen Butterfettes.

Valeriansäure HO. $C_{10} H_9 O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_{10} H_9 O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Es ist auffallend, dass diese so leicht entstehende Säure im menschlichen Körper noch nicht mit Sicherheit angetroffen worden ist. Doch scheint sie bei Zersetzungsprozessen des Darminhaltes vorzukommen; ebenso bildet sie sich bei der Fäulniss der Galle.

Capronsäure HO. $C_{12} H_{11} O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_{12} H_{11} O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Caprylsäure HO. $C_{16} H_{15} O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_{16} H_{15} O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

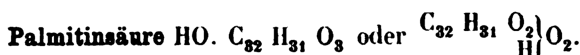
Caprinsäure HO. $C_{20} H_{19} O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_{20} H_{19} O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Sie sind als Bestandtheile der Butter mit Glycerin und möglicherweise auch des Schweisses im freien Zustande angetroffen.

§ 27.

Feste Körper, wie schon oben bemerkt, bei gewöhnlicher Temperatur darstellend, schmelzen die **festen** Fettsäuren erst bei höheren Wärmegraden. Ihr Schmelzpunkt wird vielfach als eins der wichtigsten Hülfsmittel bei der schwierigen Unterscheidung der einzelnen hier in Betracht kommenden ähnlichen Stoffe angenommen; indessen ist der Werth desselben wohl überschätzt worden. Auffallend, aber das Verhalten vieler Metalllegirungen wiederholend, ist der Umstand, dass der Schmelzpunkt eines Gemenges zweier derartiger Fettsäuren niedriger ausfallen kann als derjenige der am leichtesten schmelzbaren Säure in der Verbindung. Sämmtliche feste Fettsäuren, in reinem Zustande geruch- und geschmacklos, sind ganz unlöslich in Wasser; leicht werden sie dagegen gelöst von heissem Alkohol und Aether, aus welchen sie sich beim Erkalten krystallinisch abscheiden. Sie gehen mit Alkalien in Wasser lösliche Seifenverbindungen ein, während ihre übrigen Salze in Wasser nicht löslich sind. Mit Glycerin verbunden (wie es auch bei der später zu erwähnenden Oelsäure der Fall ist) und gemengt mit einander stellen sie die neutralen thierischen Fette dar. Sie werden hierdurch zu für Gewebebildung sehr wichtigen Stoffen. Ihre Einfuhr in den Organismus geschieht mit den Fetten der Nahrungsmittel. Ihre physiologische Zersetzung dürfte unter dem Zerfallen in niedere Glieder der Reihe und mit schliesslicher Oxydation zu Kohlensäure und Wasser erfolgen.

Es scheinen drei feste Fettsäuren als Bestandtheile des menschlichen Fettes vorzukommen.


Palmitinsäure $HO. C_{32} H_{31} O_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_{32} H_{31} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.

Die Palmitinsäure ist ein Bestandtheil der meisten natürlichen Fette des Pflanzen- und Thierreichs. Ihr Schmelzpunkt liegt bei 62° C. Sie krystallisirt in perlmutterglänzenden Schuppen.

Mit Glycerin bildet unsere Säure eine natürlich vorkommende Fettverbindung, das


Tripalmitin $C_{102} H_{98} O_{12} = C_6 H_8 O_6 + 3 (C_{32} H_{32} O_4) - 6 HO$.


Margarinsäure $HO. C_{34} H_{33} O_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_{34} H_{33} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.

Nachdem man eine Zeit lang die frühere Margarinsäure in Abrede gestellt und für ein Gemeng der Palmitin- und Stearinsäure erklärt hatte, wurde in der neuesten Zeit diese Säure durch *Becker*[1]) aus Cyancetyl dargestellt und von *Heintz* ebenfalls erhalten[2]). Ihr Schmelzpunkt beträgt nach dem letzteren Chemiker 59,9° C. Sie bildet mit Glycerin das


Trimargarin $C_{108} H_{104} O_{12} = C_6 H_8 O_6 + 3 (C_{34} H_{34} O_4) - 6 HO$.

Stearinsäure HO. $C_{36} H_{35} O_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_{36} H_{35} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.

Gleichfalls ein weit verbreiteter Bestandtheil der animalischen Neutralfette und im menschlichen Körper nicht fehlend. Ihr Schmelzpunkt liegt höher als bei den vorhergehenden Säuren, nämlich bei 69° C.; ebenso ist Stearinsäure in verdünntem Weingeist weniger löslich als Palmitinsäure. Sie krystallisirt in weissen, silberglänzenden Nadeln oder Blättchen. Ihre Neutralverbindung mit Glycerin ist das

Tristearin $C_{114} H_{110} O_{12} = C_6 H_8 O_6 + 3 (C_{36} H_{36} O_4) - 6HO$.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 102. S. 209. — 2) *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 173. — 3) Die Myristinsäure HO. $C_{28} H_{27} O_3$ soll nach *Heintz* ebenfalls in den Thierfetten weit verbreitet sein.

F. Die Oelsäuren nach der Formel $C_n H_{n-2} O_4$.

§ 28.

An die vorige Gruppe schliessen sich eine Anzahl nahe verwandter einbasischer Säuren an, welche im Hydratzustande 2 Aeq. H weniger enthalten. Die am längsten bekannte derselben ist die Oelsäure, ein in den pflanzlichen und thierischen Fetten weit verbreiteter Körper. Aber auch die übrigen erscheinen wenigstens theilweise als Bestandtheile natürlich vorkommender Fette. Die Zahl der hier in Betracht kommenden Säuren ist nicht gross. Es sind zur Zeit folgende bekannt:

Acrylsäure	HO. $C_6 H_3 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_6 H_3 O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Crotonsäure	HO. $C_8 H_5 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_8 H_5 O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Angelikasäure	HO. $C_{10} H_7 O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{10} H_7 O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Damalursäure	HO. $C_{14} H_{11} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{14} H_{11} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Moringasäure	HO. $C_{30} H_{27} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{30} H_{27} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Hypogäasäure	HO. $C_{32} H_{29} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{32} H_{29} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Oelsäure	HO. $C_{36} H_{33} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{36} H_{33} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Döglingsäure	HO. $C_{38} H_{35} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{38} H_{35} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.
Erucasäure	HO. $C_{44} H_{41} O_3$ oder	$\left.\begin{matrix}C_{44} H_{41} O_2\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.

Es verhalten sich diese Säuren denjenigen der vorhergehenden Gruppe vielfach ähnlich; sie sind bei gewöhnlicher Temperatur theils flüssig, theils fest, dann aber mit einem niederen Schmelzpunkte versehen. Mit Kalihydrat zusammengeschmolzen entwickeln sie Wasserstoff und zerfallen in Essigsäure, sowie noch eine Säure der vorhergehenden Gruppe, so Ameisensäure, Metacetonsäure und Palmitinsäure. Durch salpetrige Säure scheinen sie wohl alle in eine andere isomere, feste, krystallinische Säure überführbar.

Unter den Säuren dieser Gruppe ist nur eine für den menschlichen Organismus von Wichtigkeit, nämlich die



Oelsäure (Elainsäure) $HO. C_{36} H_{33} O_3$ oder $\left.\begin{matrix} C_{36} H_{33} O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2$.

Die reine Oelsäure stellt eine Flüssigkeit dar, welche erst bei — 4° C. zu Blättchen erstarrt. Sie ist geruch- und geschmacklos und kann ohne Zersetzung nicht verflüchtigt werden. An der Luft zieht sie rasch Sauerstoff an und wird jetzt zu einer Säure von stark saurer Reaktion. Durch salpetrige Säure verwandelt sie sich in die isomere krystallinische Elaidinsäure. Beim Schmelzen mit Kalihydrat liefert sie neben Essigsäure noch die Palmitinsäure; bei Behandlung mit Salpetersäure neben anderen flüchtigen Säuren die sämmtlichen niedrigeren Glieder der Fettsäuren bis zur Caprinsäure herauf. Ihre Salze sind endlich nicht krystallinisch.

Die Elainsäure wird zum wichtigen Bestandtheil der Neutralfette des Organismus verbunden mit Glycerin als



Triolein $C_{114} H_{104} O_{12} = C_6 H_8 O_6 + 3 (C_{36} H_{34} O_4) - 6 HO$,

ebenso findet sie sich mit Alkalien verseift.

Ihre Einfuhr geschieht mit den Neutralfetten der Nahrungsmittel. Ihre physiologischen Zersetzungen können manchfacher Natur sein.

Anmerkung: Damalursäure $HO. C_{14} H_{11} O_3$ und Damolsäure, eins der höheren Glieder der Reihe, sind von *Staedeler* (Annalen Bd. 77. S. 17) als Bestandtheile des Kuhharns angetroffen worden.

Anhang. Die neutralen Fette.

§ 29.

Die neutralen Fette sind Gemenge sehr verschiedener Fettsäuren mit einer organischen Basis, welche beim Menschen unter Wasseraufnahme als Glycerin erscheint. Es ist nicht möglich, die einzelnen neutralen Fettverbindungen, welche hier vorkommen, irgend scharf von einander abzutrennen, so dass wir diese nur ungenügend kennen. Sie

erhalten im Uebrigen ihre Eigenthümlichkeiten durch die Fettsäuren der Verbindung.

Die neutralen Fette erscheinen im reinen Zustande farblos, ohne Geruch und Geschmack, von neutraler Reaktion, leichter als Wasser, Elektrizität und Wärme schlecht leitend. Sie sind unlöslich in Wasser, aber löslich in Alkohol in der Wärme und in Aether. Sie verursachen Fettflecken auf Papier, verbrennen mit leuchtender Flamme und lassen sich ohne Zersetzung nicht verflüchtigen.

Die neutralen Fette werden durch überhitzten Wasserdampf (von 220° C.) in Säuren und Glycerin zerlegt. In ganz ähnlicher Art wirken auch Fermente, wie faulende Proteinkörper. An der Luft absorbiren unsere Körper sehr begierig Sauerstoff und werden unter Mitwirkung von Fermenten ranzig, indem ein Theil der organischen Base zerstört und Fettsäure frei wird, wie denn flüchtige freie Fettsäure den Neutralfetten Geschmack und Geruch ertheilen. Durch die Einwirkung von Alkalien unter Gegenwart von Wasser werden sie zersetzt und in Seifenverbindungen verwandelt, wobei Glycerin frei wird und die Fettsäure sich mit der anorganischen Basis vereinigt.

Schon oben wurde bemerkt, dass die Trennung der einzelnen Neutralfette aus dem natürlichen Fette des menschlichen Körpers nicht möglich ist. Es hat desshalb die Frage nach jenen sehr verschiedene Beantwortungen erfahren. In neuerer Zeit hat nach dem Vorgange von *Pélouze* *Berthelot* die Neutralfette künstlich aus den Fettsäuren und Glycerin komponirt und damit einen neuen Weg zur Erkennung der im Organismus vorkommenden Fettstoffe betreten. Nach der Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften mit den natürlich vorkommenden Fetten hat man mehrere dieser komponirten Neutralfette als Bestandtheile des Körpers erkannt.

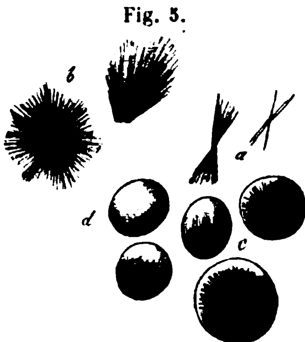
Es sind sämmtlich Verbindungen, welche 3 Aequivalente Fettsäure mit einem Aequivalent Glycerin unter Ausscheidung von 6 Aequivalenten Wasser vereinigt zeigen. Wir haben einmal die entsprechende Verbindung der Elainsäure, das Triolein, bei gewöhnlicher Temperatur eine Flüssigkeit darstellend und darum in Lösung 3 andere feste krystallinische Neutralfette, das Tripalmitin, Trimargarin und Tristearin enthaltend. Schon früher war von ihnen die Rede. Es muss dahingestellt bleiben, ob damit alle Bestandtheile jenes Gemenges des im Organismus vorkommenden Neutralfettes erschöpft sind. In der Butter existirt eine Verbindung von Buttersäure, Caprin-, Capron- und Caprylsäure, mit Glycerin.

Je nachdem mehr oder weniger festes Neutralfett in dem Triolein gelöst ist, sind die thierischen Fettgemenge bald flüssiger, bald fester und nach dem Tode zu Talg erstarrend. Während des Lebens in der Körperwärme bleiben sie aber alle weich und mehr flüssig. Nicht immer enthält bei einem und demselben Thiere das Fettgemenge an den einzelnen Körperstellen die gleichen Quantitäten fester Fette.

Die Neutralfette kommen durch den Körper in grösster Verbreitung vor. Sie finden sich in fast allen Flüssigkeiten und in allen Geweben,

wie sie denn auch Begleiter aller Proteinkörper und histogenetischer Stoffe überhaupt ausmachen. Die Menge derselben ist eine sehr wechselnde. Massenhaft erscheinen sie als Zelleninhalt im Fettgewebe, unter der Haut, in der Augenhöhle, um das Herz, die Nieren, in den Knochen, ebenso im Nervenmark (wo indessen noch besondere wenig gekannte Fettkörper vorkommen). Das konstante Vorkommen in den Geweben lässt über die histogenetische Natur des Fettes keinen Zweifel bestehen. Andererseits gehen Gewebe vielfach unter Fettinfiltration oder Fetterzeugung zu Grunde. Die histogenetische Bedeutung der Fette muss durch den Umstand, dass die festen krystallinischen Verbindungen bei ihrer Auflösung im Triolein das Krystallisationsvermögen verloren haben, wesentlich gefördert erscheinen.

Fig. 5.



Sogenannte Margarinkrystalle. *a* Einzelne Nadeln. *b* Grössere Gruppirungen derselben. *c* Nadelgruppen im Inhalte von Fettzellen. *d* Eine von ihnen freie Fettzelle.

Unter Umständen scheidet sich beim Erkalten der Leiche aus dem natürlichen Fettgemenge festes Fett in Form nadelförmiger Krystalle oder Krystallgruppen ab. (Fig. 5.) Es sind dieses die sogenannten Margarinkrystalle der Mikroskopiker. Sie erscheinen vielfach im Inhalte der Fettzellen.

§ 30.

Was die fernere Bedeutung der Neutralfette für den menschlichen Organismus betrifft, so haben wir hier Folgendes festzuhalten.

1. Müssen die Fette bei ihrer in der Körperwärme flüssigen, weichen Beschaffenheit als Vertheiler des Druckes, als Polster, ebenso als nachgiebige Ausfüllungsmasse wichtig werden.

2. Werden die Neutralfette bei massenhafter Ansammlung als schlechte Wärmeleiter den Wärmeverlust des Organismus beschränken.

3. Haben sie die wohl untergeordnete Eigenschaft, manche feste Gewebe, wie Epidermis und Haare, zu durchtränken und geschmeidig zu machen. In dieser Hinsicht ist das Sekret der Talgdrüsen festzuhalten.

4. Wird die mangelnde Verwandtschaft zum Wasser sie geeignet erscheinen lassen, sich in Körnchen, Tropfen aus wässrigen Flüssigkeiten abzuscheiden und so zur Bildung von Elementarkörnchen, Bläschen Veranlassung zu geben.

5. Bei einer gewissen chemischen Indifferenz des Fettes werden sie geeignet erscheinen, Gewebe zu bilden, welche wenig in das chemische Geschehen des Organismus eingreifen.

6. Werden sie durch die fermentirenden Einwirkungen der Protein-

stoffe, mehr noch durch den atmosphärischen Sauerstoff zerlegt und die Fettsäuren in andere Verbindungen zersetzt, als deren Endresultate wir schliesslich die Bildung von Kohlensäure und Wasser erhalten. Durch die hierbei entstehende Wärmeentwicklung werden sie von hoher Bedeutung.

7. Nach den Angaben *Lehmann*'s besitzen die Fette die Natur von Fermentkörpern, indem sie neben Proteinstoffen die Bildung von Milchsäure aus zucker- und stärkemehlhaltigen Flüssigkeiten herbeiführen. Ebenso soll die Wirkung des Pepsins im Magensaft durch Fette gefördert werden.

8. Während die Neutralfette sich in den wässrigen Flüssigkeiten des Organismus nicht zu lösen vermögen, ist dieses mit ihren Seifenverbindungen der Fall, welche hiernach bei der Verführung der Fettsäuren durch den Körper von Wichtigkeit sind.

Die Neutralfette des Körpers stammen von den Nahrungsmitteln. Die Möglichkeit der Erzeugung von Fett aus Kohlenhydraten muss für den menschlichen Organismus zugegeben werden. Dass sie bei manchen Thieren in der That stattfindet, hat bekanntlich *Liebig* bewiesen. Zweifelhafter dürfte ihre Entstehung aus Proteinkörpern sein.

§ 31.

Die Gehirnfette.

Unter den Fettsubstanzen der Gehirn- und der Nervermasse überhaupt kommen eigenthümliche veränderliche und darum erst sehr wenig und höchst ungenügend gekannte Stoffe vor, deren Reindarstellung noch nicht gelungen ist. Nach den Untersuchungen *Frémy*'s[1]) sind es zwei organische Säuren, die Cerebrinsäure und Oelphosphorsäure, welche neben Elain, Elainsäure und Margarinsäure, sowie dem später zu erwähnenden Cholestearin hier auftreten.

Cerebrinsäure.

Sie bildet nach *Frémy* eine weisse, pulverartige, krystallinische Masse, welche in kaltem Wasser ganz unlöslich ist, in heissem aber gleich dem Stärkemehl aufquillt. Leicht gelöst wird die Cerebrinsäure in siedendem Aether und Alkohol. Ihr Schmelzpunkt ist ein hoher. Von Schwefelsäure wird sie geschwärzt, von Salpetersäure langsam zersetzt. Sie verbindet sich mit Basen zu im Wasser löslichen Salzen und soll eine kleine Quantität Phosphor enthalten, welcher vielleicht nur auf eine Verunreinigung zu beziehen ist.

Später wurde dieser Körper von *Gobley*[2]) untersucht und neutral erhalten. Er kommt auch im Eidotter vor. Der saure Charakter, welchen *Frémy* früher getroffen hatte, soll nach *Gobley* von einer Verunreinigung mit einem Phosphorsäure haltenden Stoff, wie Glycerinphosphor-

säure oder Oelphosphorsäure herrühren. Der letztgenannte Chemiker hat darum den Namen Cerebrin gewählt. Dieses Cerebrin ist im Uebrigen nach ihm ebenfalls noch phosphorhaltig: nach *Müller*[2]) aber nicht.

Oelphosphorsäure.

Die Oelphosphorsäure soll eine gelbliche viscöse Masse bilden, welche entzündlich ist und eine ansehnliche Menge Kohle hinterlässt, aus der man Phosphorsäure herausgefunden hat. Unlöslich in Wasser und kaltem Alkohol, löslich in heissem Alkohol, ebenso in Aether. Die Oelphosphorsäure verseift sich leicht mit Alkalien. Beim Kochen mit Wasser, schneller beim Zusatze einer Mineralsäure soll sie in Elain, Oelsäure und Phosphorsäure zerfallen, wie *Frémy* angibt, während *Gobley* bei der Zersetzung nur Oelsäure und Glycerinphosphorsäure erhalten konnte. *Gobley* betrachtet sie desshalb als ein Gemenge von Oelsäure mit Glycerinphosphorsäure.

Die Reihe dieser Substanzen oder — vielleicht richtiger gesagt — dieser Namen ist in neuerer Zeit von *Gobley* noch mit einem neuen Körper, dem Lecithin, vermehrt worden. Es soll von neutraler Reaktion sein und gleich dem Cerebrin nicht allein in der Nervensubstanz, sondern auch dem Blute und Eidotter vorkommen. Zerlegt werde es in Elainsäure, Margarinsäure (?) und Glycerinphosphorsäure.

Es lassen sich nach dem gegenwärtigen Wissen über diese Körper weder chemische noch physiologische Anhaltspunkte gewinnen. Durch ihre Zersetzlichkeit scheinen sie der Nervenmasse jene delikate, veränänderliche Beschaffenheit zu verleihen, welche die Mikroskopiker gewöhnlich mit dem Namen der »Gerinnung des Nervenmarks« bezeichnen[4]).

Anmerkung: 1) *Annal. de chim. et de phys. 3ème Série. Tome 2. p. 463.* — 2) *Gobley*'s Untersuchungen finden sich im *Journ. de chim. et de phys. 3ème Série. Tome 11. p. 409 et 12. p. 4.* — 3) Vergl. Annalen Bd. 103. S. 131. — 4) *Virchow* hat unter dem Namen Myelin in verschiedenen Körpertheilen einen wohl hierher gehörigen Stoff beschrieben, welcher aus seinem Verhalten an Cerebrinsäure erinnert. Der Gegenstand bedarf genauerer Untersuchungen. (Vergl. *Virchow*'s Archiv Bd. 6. S. 562.)

G. Die aromatischen Säuren nach der Formel $C_n H_{n-8} O_4$.

§ 32.

Die Chemie kennt eine kleine Gruppe einbasischer Säuren, als deren Vorbild die Benzoësäure betrachtet werden kann, von der vorangehenden allgemeinen Formel. Sie sind fest, leicht in Nadeln oder Schuppen krystallisirbar, im reinen Zustande geruchlos, können geschmolzen und ohne Zersetzung sublimirt werden. Sie erscheinen wenig löslich in kaltem Wasser, leichter im heissen, um beim Erkalten sich krystallinisch abzu-

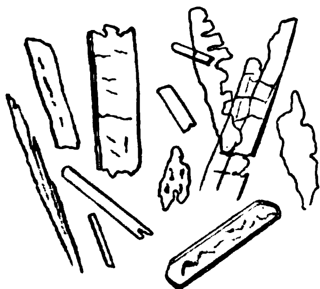
scheiden. Leicht lösen sich unsere Säuren dagegen in Alkohol und Aether.



Benzoësäure HO. $C_{14}\,H_5\,O_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_{14}\,H_5\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}O_2$.

Die Benzoësäure, in welcher man vielfach das sauerstofffreie binäre Radikal Benzyl $C_{14}\,H_5$ annimmt, (so dass das Bittermandelöl $C_{14}\,H_6\,O_2$ oder $\left.\begin{matrix}C_{14}\,H_5\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$ den entsprechenden vorhergehenden Aldehyd bildete), krystallisirt auf nassem Wege in Schuppen, schmalen Säulen oder sechsseitigen Nadeln unter der Grundform eines rhombischen Prismas (*Lehmann*).

Fig. 6.



Krystalle der Benzoësäure.

Sie bildet sich bei der Oxydation des Eiweisses durch übermangansaures Kali (*Staedeler*) und zwar in reichlicher Menge, durch die Zersetzung der Hippursäure, welche (s. u.) selber eine mit Glycin gepaarte Benzoësäure ist. Präformirt kommt dagegen die Benzoësäure nicht im normalen menschlichen Harne vor; leicht aber entsteht sie aus der Zersetzung jener Säure des Urins. Genossene Benzoësäure wird als Hippursäure durch den Harn entleert (*Wöhler*, *Keller*, *Ure*).

Anmerkung: 1) *Erdmann's* Journal Bd. 72. S. 251.

II. Gepaarte Ameisensäuren nach der Formel $C_n\,H_n\,O_6$.

§ 33.

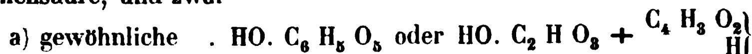
Eine kleine Gruppe stickstofffreier Säuren, als deren wichtigste die Milchsäure angesehen werden muss, ergeben sich als mit Aldehyden oder Ketonen gepaarte Ameisensäuren.

Es gehören hierher:



Glycinsäure . . . . . HO. $C_4\,H_3\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_2\,H\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$

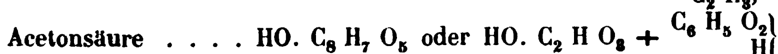
Milchsäure, und zwar



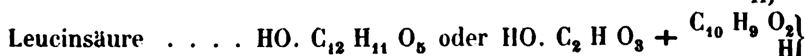
a) gewöhnliche . HO. $C_6\,H_5\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_4\,H_3\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$



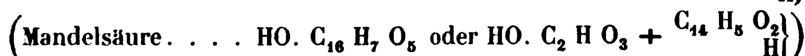
b) Fleischmilchsäure HO. $C_6\,H_5\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_2\,H\,O_2\\ C_2\,H_3\end{matrix}\right\}$



Acetonsäure . . . . HO. $C_8\,H_7\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_6\,H_5\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$



Leucinsäure . . . . HO. $C_{12}\,H_{11}\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_{10}\,H_9\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$



(Mandelsäure . . . . HO. $C_{16}\,H_7\,O_5$ oder HO. $C_2\,H\,O_3 + \left.\begin{matrix}C_{14}\,H_5\,O_2\\ H\end{matrix}\right\}$)

Nach den vorhergehenden Formeln ist Glycinsäure eine Ameisensäure gepaart mit dem Aldehyd der Ameisensäure; die gewöhnliche Milchsäure wäre eine mit dem Aldehyd der Essigsäure gepaarte Ameisensäure, die Fleischmilchsäure wahrscheinlich mit dem Methylketon der Ameisensäure; die Acetonsäure mit dem Keton der Essigsäure, die Leucinsäure mit dem Aldehyd der Valeriansäure und die Mandelsäure (deren Formel dem allgemeinen Schema sich übrigens nicht mehr unterordnet) verbunden mit dem Benzoësäurealdehyd.

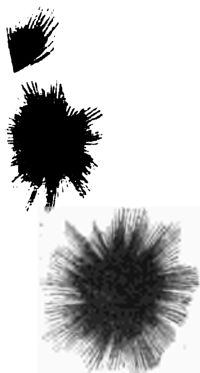
Von den angeführten Säuren entstehen Glycin- und Leucinsäure durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf Glycin und Leucin. Sie sind bisher im Organismus nicht angetroffen worden, wohl aber die Milchsäure.



Milchsäure HO. $C_6\,H_5\,O_5$ oder $\left.\begin{matrix}C_6\,H_5\,O_4\\H\end{matrix}\right\}O_2$.

Die Milchsäure stellt eine farblose syrupartige Flüssigkeit von stark saurem Geschmack und stark saurem Verhalten dar, welche in Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse löslich ist. Bei einer Erhitzung von 130° C. geht sie unter Verlust von einem Aequivalente Wasser in **Milchsäureanhydrid** $C_6\,H_5\,O_5$ über. Dieses zersetzt sich bei 260° C. unter Verlust eines weiteren Wasseräquivalents in **Lactid** $C_6\,H_4\,O_4$. Mit trocknem Ammoniakgas bildet letzteres das dem später zu erwähnenden **Sarkosin** (und auch dem Alanin) identische **Lactamid** $C_6\,H_7\,NO_4$ oder $\left.\begin{matrix}C_6\,H_5\,O_4\\H_2\end{matrix}\right\}N$.

Fig. 7.



Milchsaurer Kalk in Gruppen feiner Krystallnadeln.

Mit Basen verbindet sich die Milchsäure zu in Wasser löslichen, theils neutralen, theils zweifach sauren Salzen. Bei der Schwierigkeit Milchsäure im Körper darzuthun, ist die Krystallform dieser Verbindungen als diagnostisches Hülfsmittel von Wichtigkeit. So erscheint **neutraler milchsaurer Kalk** $CaO.\,C_6\,H_5\,O_5 + 5\,HO$ oder $\left.\begin{matrix}C_6\,H_5\,O_4\\Ca\end{matrix}\right\}O_2 + 5\,HO$ in pinselartig gruppirten Büscheln sehr feiner Nadeln (Fig. 7); **milchsaures Zinkoxyd** krystallisirt in vierseitigen, schief abgestutzten Prismen, welche, noch in Bildung begriffen, eine charakteristische Keulenform erkennen lassen.

Die Milchsäure lässt sich, wie *Strecker*[1]) fand, aus einer natürlich nicht vorkommenden Base, dem **Alanin** $C_6\,H_7\,NO_4$, bei Behandlung mit salpetriger Säure darstellen.

Wir kennen, wie schon die früher gegebenen Formeln lehren, zwei Säurehydrate der Milchsäure, einmal die **gewöhnliche Milchsäure** und dann die in der Muskelflüssigkeit vorkommende, die sogenannte **Fleischmilchsäure**. Die erstere ist eine mit dem Aldehyd der Essigsäure gepaarte Ameisensäure (s. oben); in der letzteren ist

wahrscheinlich das Methylketon der Ameisensäure der Paarling. Letztere Milchsäure geht auf 130—140° C. erhitzt, wie *Strecker*[2]) beobachtete, in den Anhydrid der gewöhnlichen Milchsäure über. Beiderlei Säurehydrate unterscheiden sich besonders durch den verschiedenen Krystallwassergehalt ihrer Salze.

Die Milchsäure bildet sich sehr leicht bei der Gährung von Kohlenhydraten, von Amylum- oder zuckerhaltigen Flüssigkeiten, ebenso aus Inosit. In alkalischer Verbindung bei Gegenwart von Kaseinferment zerfällt sie in Buttersäure.

Die gewöhnliche Milchsäure findet sich im Magensafte, ebenso im Darminhalte. An ersterem Orte kann aber statt ihrer Salzsäure erscheinen (*Schmidt*). Im Darminhalte geht sie aus den Kohlenhydraten der Nahrungsmittel hervor. Ferner erscheint sie in der Milz als milchsaures Eisenoxyd (*Scherer*). Die Fleischmilchsäure bildet einen Bestandtheil der Muskelflüssigkeit und ist hier in einer mit dem Gebrauch der Muskulatur steigender Menge vorhanden. Ebenso hat man Milchsäure im Gehirn und in den Drüsensäften[3]) angetroffen und manchfach ein noch viel ausgedehnteres Vorkommen derselben angenommen.

Nach dem vorher Bemerkten kann über die Bildung der Milchsäure kein Zweifel herrschen. Sie entsteht theils aus den Nahrungsmitteln, theils ist sie Zersetzungsprodukt der histogenetischen Stoffe der Muskel-, Gehirn- und Drüsensubstanz. Sie scheint hier manchfach erst aus dem Inosit hervorzugehen.

Anmerkung: 1) Vergl. Annalen Bd. 75. S. 27. — 2) Dieselbe Zeitschrift Bd. 105. S. 313. — 3) Annalen Bd. 98. S. 1.

I. Säuren nach der Formel $C_n H_{n-2} O_8$.

§ 34.

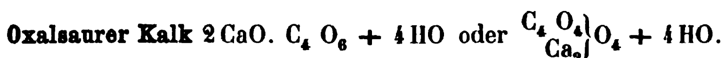
In diese Gruppe gehören eine Anzahl mehrbasischer Säuren, von welchen jedoch nur zwei im menschlichen Organismus vorkommen, nämlich die Oxalsäure und Bernsteinsäure. Die letztere war überdies eine Zeit lang allein unter pathologischen Verhältnissen angetroffen worden.



Oxalsäure $2HO.\ C_4\ O_6$ oder $\left.\begin{matrix}C_4\ O_4\\ 2H\end{matrix}\right\}O_4$.

Diese Säure ist im Pflanzenreiche weit verbreitet und erscheint als Endprodukt bei der Oxydation der meisten pflanzlichen und thierischen Stoffe. Sie ist eine starke Säure, welche unter Aufnahme von 4 Aequivalenten Wasser in langen Säulen krystallisirt. Beim Erhitzen auf 150—160° C. sublimirt ein Theil unverändert, während der grössere Rest in Kohlensäure und Ameisensäure zerfällt. Beim Erwärmen mit konzen-

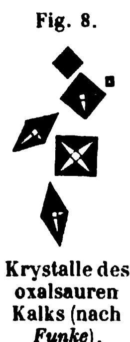
trirter Schwefelsäure entwickelt sich Kohlenoxydgas und Kohlensäure. Oxydirende Substanzen verwandeln die Oxalsäure in Kohlensäure. Ihre wahre Konstitution ist uns zur Zeit noch unbekannt. — Die Oxalsäure bildet mit 2 Aequivalenten CaO den neutralen oxalsauren Kalk, das fast einzige ihrer Salze, welches man im menschlichen Körper antrifft. (Unter Umständen scheinen übrigens Verbindungen mit Alkalien vorzukommen.)



Oxalsaurer Kalk $2 CaO. C_4 O_6 + 4 HO$ oder $\left.\begin{matrix} C_4 O_4 \\ Ca_2 \end{matrix}\right\} O_4 + 4 HO.$

Diese Verbindung ist unlöslich in Wasser und Essigsäure, löslich in Salzsäure und Salpetersäure; sie verwandelt sich beim Glühen in kohlensauren Kalk und krystallisirt in stumpfen, zuweilen aber auch sehr spitzen Quadratoktaëdern, welche bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope wie Briefkouverte erscheinen (Fig. 8).

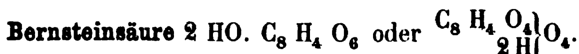
Fig. 8.



Krystalle des oxalsauren Kalks (nach *Funke*).

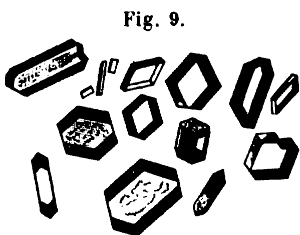
Der oxalsaure Kalk, welcher niemals in erheblicher Menge im Körper angetroffen wird, dürfte in sehr geringer Quantität möglicherweise einen normalen Bestandtheil des Harns ausmachen. Nach dem Genusse vegetabilischer Nahrungsmittel und kohlensäurereicher Getränke hat man dieses Kalksalz noch am häufigsten beobachtet. Ebenso erscheint es bei gestörtem Respirationsprozesse und kann zur Bildung maulbeerartiger Harnsteine Veranlassung geben; ferner im Gallenblasen- und Uterinschleime (*Schmidt*).

Die Quellen der Oxalsäure können, wie sich aus ihrem Vorkommen und ihrer Entstehung ergibt, mehrfache sein; einmal die pflanzliche Nahrung, dann die Zersetzung verschiedener Thierstoffe. In dieser Hinsicht verdient die Bildung unserer Säure bei der Oxydation der Harnsäure (*Wöhler* und *Liebig*), ebenso der Umstand einer Erwähnung, dass harnsaure Salze, in das Blut eingespritzt, den Gehalt des Harns an Harnstoff und Oxalsäure vermehren (*Wöhler* und *Frerichs*[1])).



Bernsteinsäure $2 HO. C_8 H_4 O_6$ oder $\left.\begin{matrix} C_8 H_4 O_4 \\ 2 H \end{matrix}\right\} O_4.$

Fig. 9.



Bernsteinsäurekrystalle (nach *Funke*).

Diese Säure, welche bei der Oxydation der Fettsäuren, sowie bei der Gährung verschiedener organischer Säuren entsteht, krystallisirt in farblosen monoklinometrischen Prismen (Fig. 9), löst sich in Wasser und Alkohol und geht bei Sublimation in den Bernsteinsäureanhydrid $C_8 H_4 O_6$ über.

Sie war früher, wie schon oben angeführt ist, nur als pathologischer Mischungsbestandtheil des Körpers (in Balggeschwülsten und hydropischen Flüssigkeiten) angetroffen worden, bis *Gorup-Besanez*[2])

sie in einer Anzahl von Drüsensäften, denen der Milz, Thymus und Schilddrüse, darthat[3]).

Anmerkung: 1) Vergl. Annalen Bd. 65. S. 335. — 2) Annalen Bd. 98. S. 1. — 3) Die Brenzweinsäure 2 HO. C_{10} H_6 O_6, Korksäure 2 HO. C_{16} H_{12} O_6 und Fettsäure (Brenzölsäure) 2 HO. C_{20} H_{18} O_6, welche bei der Oxydation der Oelsäure und mancher Fettsäuren sich bilden, sind noch nicht als Bestandtheile des Organismus angetroffen worden.

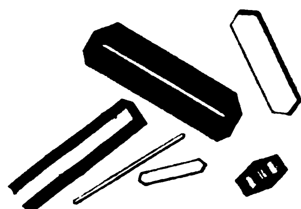
Anhang zu den stickstofflosen Säuren.

§ 35.

Cholsäure HO. C_{48} H_{39} O_9.

Diese nur im thierischen Organismus vorkommende Säure (die Cholalsäure *Strecker's*), deren wahre Zusammensetzung wir noch nicht mit Sicherheit kennen, ist gepaart mit stickstoffhaltigen Körpern (s. Taurin und Glycin) Bestandtheil der Galle.

Fig. 10.



Krystalle der Cholsäure (nach *Funke*).

Sie krystallisirt aus Aether mit 2 Aequiv. Krystallwasser in rhombischen Tafeln, aus Alkohol mit 5 Aequiv. Wasser in Tetraëdern, seltener Quadratoktaëdern, welche an der Luft verwittern (Fig. 10). Die Cholsäure röthet Lakmus stark, besitzt einen bittern Geschmack, ist unlöslich in Wasser, löslich dagegen in Alkohol und Aether. Mit Schwefelsäure und Zucker färbt sie sich purpurviolett. Beim Kochen mit konzentrirter Salzsäure verwandelt sie sich in die harzartige Choloidinsäure C_{48} H_{39} O_9, bei noch längerem Kochen in Dyslysin C_{48} H_{36} O_6. Erstere gibt, wie *Redtenbacher*[1]) fand, mit Salpetersäure neben einigen besondern Körpern die flüchtigen Fettsäuren bis zur Caprinsäure herauf, so dass sie in dieser Hinsicht mit der Elainsäure übereinstimmt.

Die Hypothesen über die Konstitution der Cholsäure sind folgende: *Lehmann*[2]), ausgehend davon, dass die Choloidinsäure, mit Salpetersäure behandelt, theilweise die gleichen Oxydationsprodukte liefert wie die Oelsäure, vermuthet in der Cholsäure eine mit dem Atomenkomplex C_{12} H_6 O_6 gepaarte Elainsäure HO. C_{36} H_{33} O_3. *Frerichs* und *Staedeler*[3]) machen auf die Möglichkeit aufmerksam, dass unsere Säure aus einer der Ricinusölsäure homologen Säure HO. C_{34} H_{31} O_5 gepaart mit Saligenin C_{14} H_8 O_4 bestehen könne.

Die Cholsäure mit der Galle in den Darmkanal ergossen, wird hier theilweise in Choloidinsäure und Dyslysin umgewandelt und weiter abge-

führt, anderen und zwar grösseren Theils aber in die Blutbahn wieder aufgesogen[4]), um in einer noch unbekannten Weise zersetzt zu werden.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 57. S. 145. — 2) Vergl. Lehrbuch der physiol. Chemie. Bd. 1. S. 123. — 3) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 4. S. 100. — 4) Vergl. *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte und Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852.

K. Alkaloide oder organische Basen.

§ 36.

Unter Alkaloiden versteht man organische Salzbasen von sehr differenter Konstitution und sehr verschiedenem chemischen Verhalten. Sie sind mindestens ternär zusammengesetzt, indem sie C, H und N enthalten. Diesen, den sauerstofffreien Basen, stehen, eine zweite Gruppe bildend, die sauerstoffhaltigen entgegen, wo in die Zusammensetzung noch O eingetreten ist. Endlich haben wir organische Basen, welche neben C, H, N und O noch Schwefel enthalten.

Die organischen Basen gehen nach Art des Ammoniaks mit Säuren bestimmte salzartige Verbindungen ein, verhalten sich jedoch im Uebrigen in ihren basischen Eigenschaften sehr verschieden. Bei manchen unserer Körper sind die letzteren schwach, bei andern sehr ausgesprochen. Wir haben endlich welche (und gerade im thierischen Körper eine Mehrzahl derselben), die sich nicht allein mit Säuren, sondern sogar auch mit Basen vereinigen.

In ihren physikalischen Eigenschaften fallen die organischen Basen nicht minder wechselnd aus. Die sauerstoff- und schwefelfreien Alkaloide sind meistens flüchtige, ölartige Flüssigkeiten oder selbst Gase darstellend. Die übrigen erscheinen gewöhnlich fest, krystallinisch und schmelzen erst bei höherer Temperatur. Sie sind alsdann oftmals schwer löslich in Wasser, leichter in Alkohol. Die Löslichkeit ihrer Salze wird in der Regel eine grössere.

Diese, wir haben es schon oben bemerkt, verhalten sich wie Ammoniakverbindungen, indem die Sauerstoffsäuren mit den Alkaloiden Salze bilden, worin ein Aeq. HO chemisch gebunden ist, während die Wasserstoffsäuren mit unsern Basen ohne Wasseraufnahme wie mit dem Ammonium sich verbinden.

Was die Konstitution der organischen Basen betrifft, so hatte früher *Berzelius* als Paarling und wirksamen Bestandtheil in ihnen das Ammoniak NH_3 angenommen. *Liebig* betrachtete sie so, dass er als Basen bildendes Radikal derselben das Amidogen NH_2 festhielt, was mit H oder dem Wasserstoff analogen Körpern vereinigt wäre. Gegenwärtig hat die Substitutionstheorie die meisten Anhänger, wie sie denn auch das beste Erklärungsmoment bildet.

Die organischen stickstoffhaltigen Basen sind ihr gemäss nach dem Typus des Ammoniaks NH_3 oder Ammoniums NH_4 zusammengesetzt, wobei aber ein, mehrere, ja selbst alle Aequivalente H durch organische Radikale vertreten werden.

Man unterscheidet **Amid-**, **Imid-**, **Nitril-** und **Ammoniumbasen**. Bezeichnet man das den H vertretende organische Radikal mit R, so ist ihre Konstitution nach folgenden Formeln leicht verständlich:

a. **Amidbase**. b. **Imidbase**. c. **Nitrilbase**. d. **Ammoniumbase**.

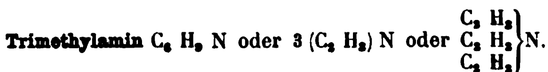





Eine Amidbase ist demnach eine solche, wo von den drei Aequivalenten H des Ammoniaks eins durch ein Radikal substituirt ist; bei einer Imidbase sind 2 Aeq. H durch R ersetzt, bei einer Nitrilbase alle 3. Eine Ammoniumbase zeigt die 4 Aeq. H des Ammoniums durch R sämmtlich vertreten. — Im Uebrigen sind keineswegs immer, wenn mehrere Aequivalente H substituirt werden, diese durch die gleichen Radikale ersetzt. Ebenso kann der Wasserstoff in dem Radikale selber durch Chlor, Jod, Brom, Untersalpetersäure vertreten werden. Hierüber hat man die Lehrbücher der organischen Chemie zu näherer Belehrung zu vergleichen.

Was das Vorkommen der organischen Basen betrifft, so ist ein ganzes Heer derselben Kunstprodukte; so die bekannten Ammoniumbasen sämmtlich. Die natürlich erscheinenden gehören meistens der Pflanzenwelt an; man nennt sie **pflanzliche Basen** oder **Alkaloide** im **engern** Sinne des Wortes. Verhältnissmässig nur eine beschränkte Zahl erscheint im thierischen und menschlichen Organismus und diese, die **thierischen Basen**, besitzen im Allgemeinen die Natur der Zersetzungsprodukte der verbreiteten stickstoffhaltigen Körperbestandtheile, ohne dass wir jedoch in diese Umsetzungsreihen zur Zeit eine irgendwie genügende Einsicht hätten, so dass uns die Entstehung jener im Getriebe des Leibes meistens unbekannt ist. Einen Theil der animalischen Basen, wie z. B. Leucin, Kreatinin, Harnstoff, hat man komponirt.

Anmerkung: Was die **sauerstoff-** und **schwefelfreien Basen** betrifft, so haben wir unter diesen flüchtigen Körpern, welche sich vielfach bei der Zersetzung thierischer Stoffe, der Proteinkörper, bilden (so beim Kochen mit Kali, bei Behandlung mit Schwefelsäure, bei der trocknen Destillation), nur einer einzigen und zwar einer Nitrilbase zu erwähnen, von welcher es noch zweifelhaft bleiben muss, ob sie im menschlichen Organismus präexistirt oder erst bei der Analyse sich bildet.



Trimethylamin $C_6 H_9 N$ oder $3 (C_2 H_3) N$ oder $\left.\begin{matrix} C_2 H_3 \\ C_2 H_3 \\ C_2 H_3 \end{matrix}\right\} N.$

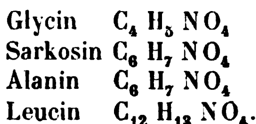
Eine farblose, sehr flüchtige, im Wasser leicht lösliche, stark alkalische Flüssigkeit mit einem Geruch nach Häringslake. Das Trimethylamin, in der Häringslake angetroffen, wurde neuerdings von *Dessaignes* (*Erdmann's* Journal Bd. 70. S. 502) unter den Destillationsprodukten des menschlichen Harns erhalten.

A. Sauerstoffhaltige, schwefelfreie Basen.

§ 37.

Die sauerstoffhaltigen, schwefelfreien Basen, deren Konstitution uns fast noch gänzlich unbekannt ist, sind im thierischen Organismus aus der ganzen Gruppe am reichlichsten vertreten. Es gehören hierher, als im menschlichen Leibe zur Zeit angetroffen, Glycin, Leucin, Tyrosin, Harnstoff, Sarkin, Guanin (?), Xanthin, Kreatin und Kreatinin.

Diese Körper besitzen eine sehr verschiedene chemische Zusammensetzung und nur die beiden ersteren bilden mit dem künstlich entstehenden Sarkosin und Alanin Glieder einer natürlichen Reihe nach der Formel $C_n\ H_{n+1}\ NO_4$; nämlich:



Glycin $C_4\ H_5\ NO_4$
Sarkosin $C_6\ H_7\ NO_4$
Alanin $C_6\ H_7\ NO_4$
Leucin $C_{12}\ H_{13}\ NO_4$.

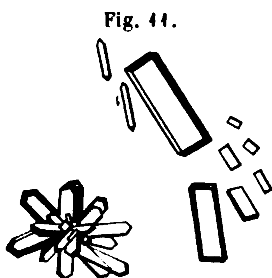
Unsere Körper haben die Natur gewebebildender Materien völlig eingebüsst. Sie sind Zersetzungsprodukte der histogenetischen Stoffe des Organismus, wie schon oben von den animalen Basen im Allgemeinen bemerkt wurde. Leider haben wir in diese Spaltungsreihen zur Zeit noch keine genügende Einsicht, so dass uns die Beziehungen der jetzt in Frage kommenden Basen zu den gewebebildenden Stoffen, das Hervorgehen des einen Alkaloids aus dem andern in physiologischer (und auch in chemischer) Hinsicht dunkel sind und meistens nur auf hypothetischem Wege einige Fingerzeige gewonnen werden können. Dass bei künstlichen Zersetzungen der Proteinkörper und ihrer histogenetischen Abkömmlinge, ebenso bei der Fäulniss einzelne der uns hier beschäftigenden Basen entstehen, wurde schon oben (S. 20) erwähnt.

Nach dem soeben Bemerkten kann weder eine chemische noch eine physiologische Reihenfolge bei der Betrachtung unserer Körper eingehalten werden. Es ist darum gleichgültig, wie die einzelnen dieser Alkaloide auf einander folgen.



Kreatin $C_8\ H_9\ N_3\ O_4 + 2HO$.

Fig. 11.



Krystalle von Kreatin.

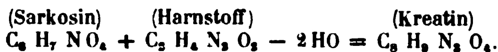
Dieser schon früher bekannte, von *Liebig*[1]) aber erst genauer untersuchte Körper hat eine neutrale Reaktion, ist ziemlich schwer löslich in kaltem, leichter in heissem Wasser, unlöslich in wasserfreiem Alkohol und in Aether. Er krystallisirt in wasserhellen rhombischen Prismen (Fig. 11). Bei 100°C. verliert er sein Krystallwasser; bei stärkerer Erhitzung schmilzt er unter Zersetzung. Mit Säuren bildet das Kreatin sauer reagirende Salze.

Von Wichtigkeit sind die Zersetzungen und Umwandlungen des Kreatins. In Säuren aufgelöst und erhitzt, verwandelt es sich unter Verlust von 2 Aeq. Wasser in einen verwandten, auch natürlich vorkommenden neuen Körper, das Kreatinin $C_8\ H_7\ N_3\ O_2$. Mit Barytwasser gekocht, geht das Kreatin über unter Aufnahme von 2 Aeq. Wasser in Harnstoff $C_2\ H_4\ N_2\ O_2$ und eine andere noch nicht natürlich angetroffene Base, deren wir schon einige Male gedacht haben, das Sarkosin $C_6\ H_7\ N\ O_4$. Beim Kochen mit Quecksilberoxyd entsteht aus dem Kreatin unter Abscheidung von Quecksilber und Bildung von Kohlensäure oxalsaures Methyluramin. Das Methyluramin $C_4\ H_7\ N_3$, ein ebenfalls natürlich nicht vorkommender Körper, lässt sich im Uebrigen noch auf anderem Wege aus Kreatin erhalten.

Die Ansichten über die Konstitution unserer Base stehen noch nicht fest[2]. Sie kommt vor, aber nur in geringer Menge, in der Flüssigkeit, welche die Muskeln des Menschen und der Wirbelthiere durchtränkt; ebenso in derjenigen des Hirns (beim Hunde hier nach *Staedeler*[3]) neben Harnstoff), im Hoden (?). *Verdeil* und *Marcet*[4]) wollen Kreatin im Blut gefunden haben. Im Harn soll es nach *Heintz*[5]) ursprünglich nicht enthalten sein, sondern erst aus dem Kreatinin sich bilden.

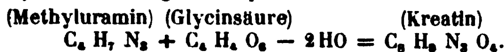
Wir dürfen das Kreatin als eins der Zersetzungsprodukte des Muskels und der Gehirnsubstanz betrachten, was mit dem Harn den Körper verlässt. Vielleicht wird der grössere Theil des im Organismus entstehenden Kreatins alsbald weiter zerlegt und unsere Base ist eine der Quellen des Harnstoffs, wofür die Zerspaltung beim Kochen mit Barytwasser zu sprechen scheint.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 62. S. 257. — 2) Was die Konstitution des Kreatins betrifft, so vermag diese verschieden angenommen zu werden. Man kann es betrachten als ein mit Harnstoff unter Wasserabscheidung verbundenes Sarkosin nach der Formel:



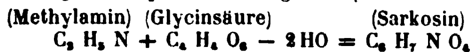
$$\underset{\text{(Sarkosin)}}{C_6\ H_7\ N\ O_4} + \underset{\text{(Harnstoff)}}{C_2\ H_4\ N_2\ O_2} - 2\,HO = \underset{\text{(Kreatin)}}{C_8\ H_9\ N_3\ O_4}.$$

Dessaignes sieht das Methyluramin $C_4\ H_7\ N_3$ an als Methylamin $C_2\ H_5\ N$ + Harnstoff $C_2\ H_4\ N_2\ O_2$ — 2 Aeq. Wasser. Er betrachtet Kreatin als eine Verbindung der Glycinsäure mit Methyluramin weniger 2 Aeq. Wasser:



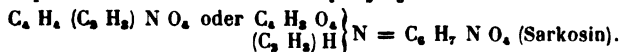
$$\underset{\text{(Methyluramin)}}{C_4\ H_7\ N_3} + \underset{\text{(Glycinsäure)}}{C_4\ H_4\ O_6} - 2\,HO = \underset{\text{(Kreatin)}}{C_8\ H_9\ N_3\ O_4}.$$

Nach demselben Forscher kann das Sarkosin als eine Verbindung von Methylamin mit Glycinsäure weniger 2 Aeq. Wasser aufgefasst werden:



$$\underset{\text{(Methylamin)}}{C_2\ H_5\ N} + \underset{\text{(Glycinsäure)}}{C_4\ H_4\ O_6} - 2\,HO = \underset{\text{(Sarkosin)}}{C_6\ H_7\ N\ O_4}$$

oder man kann es mit *Staedeler* betrachten als ein Glycin $C_4\ H_5\ N\ O_4$ oder $\left.\begin{matrix}C_4\ H_2\ O_4\\ H_3\end{matrix}\right\}N$, worin ein Aeq. H substituirt ist durch Methyl $C_2\ H_3$:



$$C_4\ H_4\ (C_2\ H_3)\ N\ O_4 \text{ oder } \left.\begin{matrix}C_4\ H_2\ O_4\\ (C_2\ H_3)\ H\end{matrix}\right\}N = C_6\ H_7\ N\ O_4 \text{ (Sarkosin).}$$

Sarkosin hat übrigens dieselbe prozentische Zusammensetzung wie Lactamid und Alanin (s. oben S. 50). Für die *Dessaignes*'sche Auffassung von Kreatin, Sarkosin und Methyluramin ist noch die von jenem Chemiker entdeckte Thatsache von Interesse,

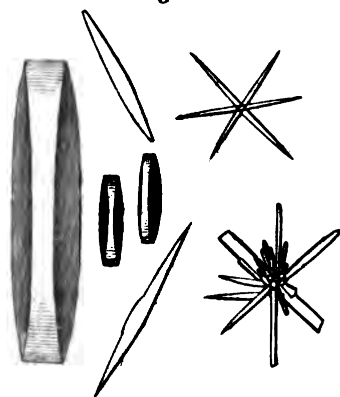
dass aus jedem dieser drei Körper Methylamin dargestellt werden kann (Annalen Bd. 97. S. 339). — 3) Vergl. *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 256. — 4) *Journ. de Pharmacie et de Chimie. 3 Série. Tome 20. p. 91*. — 5) *Poggendorff*'s Annalen Bd. 70. S. 476.

§ 38.

Kreatinin $C_8 H_7 N_3 O$.

Dieser dem Kreatin nahe verwandte Körper krystallisirt in farblosen, schief rhombischen Säulen, welche dem monoklinischen System angehören (Fig. 12). Im Gegensatze zu dem vorhergehenden Stoffe hat das Kreatinin eine alkalische Reaktion und ist in Wasser leicht lösbar. Mit Säuren geht es Verbindungen zu krystallinischen, gewöhnlich löslichen Salzen ein.

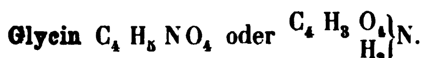
Fig. 12.



Krystalle des Kreatinins.

Das Kreatinin entsteht bei der Behandlung des Kreatins mit Säuren. Umgekehrt wandelt sich eine wässrige Kreatininlösung wieder in Kreatin um.

Das Kreatinin, welches aus Kreatin im Organismus hervorgehen dürfte, ist Bestandtheil der Muskelflüssigkeit; ebenso erscheint es im Harn. Hier tritt es in grösserer Menge auf und, wie so eben bemerkt, mit Umbildung zu Kreatin. *Verdeil* und *Marcet* wollen es, gleich dem Kreatin, im Blute angetroffen haben.



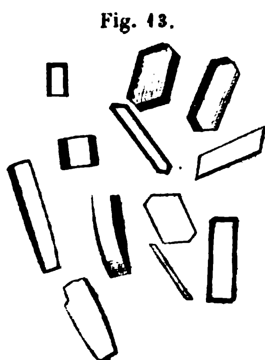
Glycin $C_4 H_5 NO_4$ oder $\left.\begin{matrix}C_4 H_3 O_4 \\ H_2\end{matrix}\right\}N$.

Das Glycin, auch Glykocoll, Leimsüss, Leimzucker genannt, ist im Organismus noch nicht frei angetroffen worden, erscheint dagegen bei der Zerspaltung zweier gepaarter thierischer Säuren, der Hippursäure des Harns und einer der beiden Gallensäuren, der sogenannten Glykocholsäure. Ebenso ist es möglicherweise als Paarling in einer anderen natürlich vorkommenden Base, dem Tyrosin, enthalten, worüber dieser Körper zu vergleichen ist. (Seine etwaigen Beziehungen zum Sarkosin hat der vorige § bereits berührt.) Endlich ist das Glycin als ein künstliches Zersetzungsprodukt des Glutins und Chondrigens (s. oben S. 29) von Interesse.

Es krystallisirt in farblosen rhombischen, dem monoklinometrischen Systeme angehörigen Säulen (Fig. 13), welche bis 100° C. erhitzt kein Wasser verlieren, dagegen bei einer Erhitzung auf 178° C. unter Zersetzung schmelzen. Das Glycin hat einen süssen Geschmack, ist ohne alkalische

Reaktion, leicht löslich in Wasser, fast unlöslich in Alkohol und Aether. Es bildet mit Säuren sauer reagirende Salze, kann sich übrigens auch mit Basen vereinigen und, wie schon oben angeführt, mit Säuren paaren.

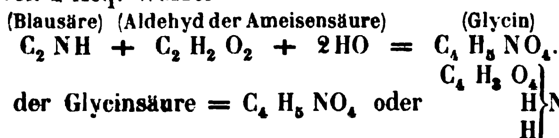
Fig. 13.



Verschiedene Krystallformen des Glycins.

Was seine Zersetzungsprodukte anbetrifft, so liefert es beim Schmelzen mit Kalihydrat Ameisensäure, Wasserstoffgas, Kohlensäure und Ammoniak (oder auch Cyankalium, oxalsaures Kali, Wasserstoff und Ammoniak). Beim Erhitzen mit Mangansuperoxyd und Schwefelsäure bilden sich Kohlensäure und Blausäure. Bei Zersetzung mit salpetriger Säure entsteht die schon früher angeführte Glycinsäure $C_4\ H_4\ O_6$.

Ueber die Konstitution des Glycins besitzen wir noch keine sicheren Thatsachen. Da die ihm homologen Alkaloide, wie Leucin, aus Aldehyden und Blausäure hergestellt werden können, wird zweifelsohne auch für unsere Base eine ähnliche Synthese als möglich festgehalten werden müssen, aus dem (freilich noch nicht dargestellten) Aldehyd der Ameisensäure $C_2\ H_2\ O_2$ und Blausäure $C_2\ NH$ unter Aufnahme von 2 Aeq. Wasser:



(Blausäre) (Aldehyd der Ameisensäure) (Glycin)

$$C_2NH + C_2H_2O_2 + 2HO = C_4H_5NO_4.$$

Dem Amid der Glycinsäure $= C_4\ H_5\ NO_4$ oder $\left.\begin{matrix} C_4\ H_3\ O_4 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$ könnte das Glycin als metamer betrachtet werden.

Ein dem Glycin nahe verwandter Körper muss im Organismus entstehen und zwar vermuthlich aus den leimgebenden Stoffen (ohne dass wir jedoch davon zur Zeit eine nähere Kunde besässen), welcher mit Cholsäure gepaart die Glykocholsäure und mit Benzoësäure die Hippursäure bildet. Bei der Zerspaltung beider gepaarten Säuren wird jener Körper unter Wasseraufnahme in der Form des Glycins frei. Möglicherweise bildet er auch mit Saligenin gepaart das Tyrosin (s. u.). Das Glycin verlässt theils mit der Hippursäure durch den Harn den Leib, theils wird es als Bestandtheil der Glykocholsäure mit dieser grösstentheils wieder in das Blut resorbirt, wie *Bidder* und *Schmidt* zeigten[1]), um hier weitere Zersetzungen zu erfahren, die wir nicht näher kennen.

Anmerkung: 1) Vergl. das Werk: Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel.

§ 39.

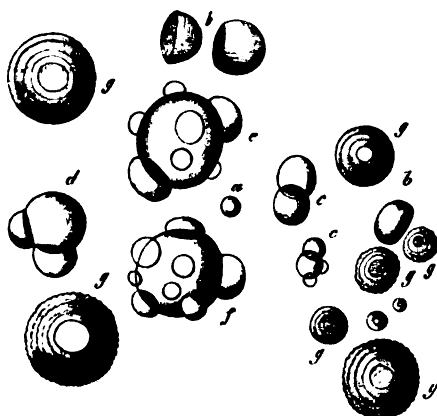
Leucin $C_{12}\ H_{13}\ NO_4$.

Des Leucins wurde schon früher bei den histogenetischen Substanzen mehrmals gedacht. Wie wir fanden, bildete es sich bei der künst-

lichen Zersetzung der Proteinkörper, der leimgebenden Materien und der elastischen Substanz, theils durch Säuren, theils durch Alkalien. Ebenso entsteht es, gleich dem später zu besprechenden Tyrosin, als Fäulnissprodukt der Eiweissstoffe (und als solches war es auch schon vor langen Jahren durch *Proust* aufgefunden).

In neuester Zeit ist es durch die Untersuchungen von *Frerichs* und *Staedeler*[1]), welche es als physiologisches Zersetzungsprodukt in weiter Verbreitung durch den Körper nachwiesen, von hohem Interesse geworden. Einzelne weitere Beiträge lieferten hierzu *Cloëtta*[2]) und *Virchow*[3]). Ausserdem bestätigte *Gorup-Besanez*[4]) eine Reihe dieser Angaben.

Fig. 14.



Kugelförmige Krystallmassen des Leucins. *a* Eine sehr kleine einfache Kugel. *b b* Halbkuglige Massen. *c c* Aggregate kleinerer Kugeln. *d* Eine grössere Kugel mit zwei Halbkugeln besetzt. *e f* Grosse Leucinkugeln mit kleinen Kugelsegmenten reichlich versehen. *g g g g* Geschichtete Leucinkugeln, theils mit glatter, theils mit rauher Oberfläche und von sehr verschiedener Grösse.

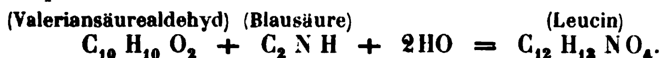
Das Leucin erscheint als krystallinischer Körper, theils (aber nur sehr selten und im Zustande grösster Reinheit) in zarten klinorhombischen Plättchen, theils in kugligen Drusen (Fig. 14), welche ein sehr charakteristisches Ansehen besitzen. Sie zeigen sich theils in kleinen Kugeln (*a*), theils in Halbkugeln (*b b*), theils als Aggregate kugliger Massen (*c c d*), wobei nicht selten einer grösseren Kugel kleinere Kugelsegmente unter Abplattung in Mehrzahl aufsitzen (*e f*). Die Leucinkugeln lassen entweder keine Schichtung erkennen und erinnern alsdann schwach an Fettzellen oder sie bieten ein geschichtetes Ansehen dar (*g g g g*). Häufig sind die Kugeln des Leucins mit rauher wie angefressener Oberfläche versehen.

Das Leucin ist ohne Reaktion auf Pflanzenfarben, leicht löslich in Wasser, Salzsäure und Alkalien, sehr wenig dagegen in kaltem Alkohol und unlöslich in Aether. Vorsichtig erhitzt kann es verflüchtigt werden. Bei schneller Erhitzung schmilzt es unter Zersetzung. Aus seinen Lösungen wird es durch die meisten Reagentien nicht gefällt, wohl aber durch salpetersaures Silberoxyd.

Zerlegt wird das Leucin durch Alkalien oder bei fauliger Zersetzung in Valeriansäure und Ammoniak; durch Bleisuperoxyd in den Aldehyd

der Buttersäure und Ammoniak. Bei Behandlung mit übermangansaurem Kali entstehen Valeriansäure, Oxalsäure und abermals Ammoniak (*Neubauer*[5])). Wie das ihm homologe Glycin bei Einwirkung von salpetriger Säure die Glycinsäure ergab, so entsteht aus dem Leucin die Leucinsäure $C_{12}\ H_{12}\ O_6$. Man könnte darum auch unser Alkaloid betrachten als dem Amid der Leucinsäure $= C_{12}\ H_{13}\ N\ O_4$ oder $\left.\begin{matrix} C_{12}\ H_{11}\ O_4 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$ metamer.

Ferner hat man in neuerer Zeit unsere Base künstlich dargestellt. Leucin kann nach *Limpricht*[6]) komponirt werden aus der Ammoniakverbindung des Valeriansäurealdehyds, aus Blausäure und Wasser beim Eindampfen mit Salzsäure:



(Valeriansäurealdehyd) (Blausäure) (Leucin)

$$C_{10}\ H_{10}\ O_2 \ + \ C_2\ N\ H \ + \ 2HO \ = \ C_{12}\ H_{13}\ N\ O_4.$$

Was Vorkommen und Bedeutung der Base im menschlichen Organismus betrifft, so haben wir das bei der Fäulniss histogenetischer Substanzen entstandene Leucin von dem durch physiologische Umsetzung im lebenden Körper hervorgegangenen zu unterscheiden. Letzteres erscheint, öfters, aber nicht immer von Tyrosin begleitet, als Bestandtheil vieler Organflüssigkeiten und Drüsensäfte, bald reichlicher, bald in geringer Menge und unter pathologischen Verhältnissen oft ungewöhnlich massenhaft da, wo es in den Tagen der Gesundheit fehlt oder nur in Spuren vorhanden ist; so z. B. in der Leber.

In der Milz; dem Pankreas, dessen Sekrete; den Speicheldrüsen und dem Speichel; in den Lymphknoten; in der Thymus und Thyreoidea; in der die Lungen durchtränkenden Flüssigkeit. In der normalen Leber (wie wir soeben bemerkten) fehlt es entweder ganz oder ist nur in Spuren vorhanden; ebenso scheint es im Gehirn vermisst zu werden. Gleichfalls fehlt das Leucin in den Muskeln; nur im Herzen kommt es als pathologischer Bestandtheil nicht selten vor. In der Niere ist es zuweilen reichlich vorhanden (*Staedeler*).

Diese Thatsachen sind von physiologischem Werthe, indem sie uns in den einzelnen Organen differente Umsatzreihen der histogenetischen Stoffe beweisen. So ist Leucin kein Umsetzungsprodukt des Syntonins, wohl aber vieler Drüsengebilde[7]). Dass das Leucin, wie künstlich so auch im Organismus, aus Proteinstoffen, leimgebenden Körpern und elastischer Materie hervorgehen könne, unterliegt wohl keinem Zweifel und seine physiologische Entstehung durch einen der zahlreichen Fermentkörper des Organismus ist höchst wahrscheinlich.

Das Leucin wird theilweise mit den Drüsensäften entleert und erscheint im Darmkanale; theils dürfte es im Organismus alsbald weiter zersetzt werden. Die auffallende Thatsache, dass in den Lymph- und Blutgefässdrüsen neben ihm Ammoniak vorkommt, gestattet die Möglichkeit einer derartigen Zersetzung des Leucins in Ammoniak und flüchtige Fettsäuren anzunehmen (*Frerichs* und *Staedeler*); wie denn auch das in

den Darmkanal gelangte Leucin im unteren Theile desselben die gleiche Zerspaltung erfährt.

Anmerkung: 1) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 3. S. 445 und Bd. 4. S. 80. — 2) Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. in Zürich. Bd. 1. S. 205. — 3) In der deutschen Klinik von 1855. 35 und *Virchow*'s Archiv Bd. 8. S. 355. — 4) Annalen Bd. 98. S. 1. — 5) Annalen Bd. 106. S. 59. — 6) Annalen Bd. 90. S. 184 und Bd. 94. S. 243. — 7) *Gorup* traf mehrfach in Drüsen einen dem Leucin homologen Körper mit höheren Stickstoffprozenten, welcher in glänzenden Prismen krystallisirte und dessen Formel von ihm zu $C_{10}\ H_{11}\ NO^4$ angenommen wurde. Dieser Gegenstand bedarf weiterer Bestätigung.

§ 40.

Tyrosin $C_{18}\ H_{11}\ NO_6$.

Dieser Körper, eine schwache Base, entsteht dem vorhergehenden gleich, aber in viel geringerer Menge bei der künstlichen Zersetzung der Proteinstoffe (nicht mehr aber des Leims und der elastischen Substanz), ebenso bei der Fäulniss ersterer. Wie er sonach ein chemischer Begleiter des Leucins ist, wurde er in neuerer Zeit auch als ein physiologischer Gefährte desselben, als Bestandtheil des normalen und kranken Organismus durch *Frerichs* und *Staedeler* nachgewiesen. Doch ist das Tyrosin viel weniger verbreitet als Leucin.

Fig. 15.

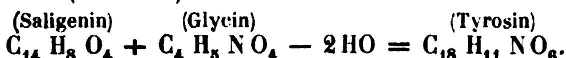


Nadelförmige Krystallisationen des Tyrosins. Bei *a* die einzelnen Nadeln; bei *b b* kleinere und grosse Gruppirungen derselben.

Das Tyrosin krystallisirt in seideglänzenden weissen Nadeln (*a*), welche sich häufig zu ungemein zierlichen kleineren oder sehr ansehnlichen Gruppen (*b b*) verbinden. Während Leucin in Wasser leicht sich löst, ist Tyrosin in diesem schwer löslich; in Aether und Alkohol ist es im reinen Zustande unlöslich. Beim Erhitzen schmilzt es unter Zersetzung. Es vereinigt sich in bestimmten Proportionen mit Säuren und Basen. Mit konzentrirter Schwefelsäure erwärmt bilden sich mehrere gepaarte Säuren und darunter die Tyrosinschwefelsäure $HO.SO_3 + C_{18}H_{10}NO_5.SO_3$, welche mit Eisenchlorid gleich ihren Salzen eine prachtvoll violette Farbe annimmt (*Piria*'sche Reaktion). Bei Behandlung mit Salpetersäure entsteht das Nitrotyrosin $C_{18}\ H_{10}\ (NO_4)\ NO_6$, indem

ein Aeq. H des Tyrosins durch NO_4 ersetzt wird. Durch Salzsäure und chlorsaures Kali wird Tyrosin anfangs roth, dann gelb; es erzeugen sich gechlorte Chinone und als Endprodukt Chloranil.

Die vorhin erwähnte Reaktion gegen Eisenchlorid erinnert an die Salicylverbindungen. Man kann auch das Tyrosin als ein mit Glycin gepaartes Saligenin betrachten, wo aus der Verbindung zwei Aeq. Wasser ausgetreten sind (*Staedeler*):



$$\underset{\text{(Saligenin)}}{C_{14}H_8O_4} + \underset{\text{(Glycin)}}{C_4H_5NO_4} - 2HO = \underset{\text{(Tyrosin)}}{C_{18}H_{11}NO_6}.$$

Es ergäbe sich hiernach eine Analogie mit den Paarungen des Glycins mit Benzoësäure und Cholsäure. Komponirt konnte das Tyrosin bisher noch nicht werden.

Sehen wir ab von dem durch Fäulniss im Organismus entstandenen Tyrosin, so erhalten wir ähnliche physiologische Vorkommnisse unseres Stoffes wie bei der vorhergehenden Base. So vermisst man das Tyrosin gleich oder ähnlich dem Leucin in der normalen Leber; wohl darum, weil es alsbald weiter zersetzt wird. Es erscheint dagegen unter pathologischen Verhältnissen in diesem Organe. Tyrosin, welches im Uebrigen, wie schon oben erwähnt, in geringerer Menge aus Eiweisskörpern entsteht als Leucin, ebenso noch die physiologische Quelle der Leimstoffe und der elastischen Substanz entbehrt und dazu noch viel schwerer löslich ist, wird nach dem bisherigen Wissen da häufig vermisst, wo Leucin vorkommt.

So hat man es allein reichlich in der Milz und in nicht unansehnlicher Menge im Gewebe des Pankreas angetroffen, im pankreatischen Safte dagegen vergeblich gesucht. Ebenso hat man kein Tyrosin erhalten können aus den Speicheldrüsen, dem Speichel, den Lymphknoten, der Thymus und Thyreoidea, dem Lungen- und Nierengewebe, den Muskeln und der Gehirnsubstanz.

Die physiologische Bedeutung des Tyrosins ist wohl im Allgemeinen derjenigen des Leucins verwandt. Wird im normalen Getriebe des Körpers das Tyrosin der Leber alsbald weiter zerlegt, so dürfte es, wenn man das Glycin als Paarling betrachten will, dieses letzteren Körpers wegen zur Bildung der Glykocholsäure verwendet werden (*Frerichs* und *Staedeler*).

Anmerkung: Man vergl. über diese Base die Arbeiten von *Frerichs* und *Staedeler* l. l. c. c. (s. Leucin). Diese beiden trafen im pathologischen Harn einmal einen dem Tyrosin homologen krystallinischen Körper mit der *Piria*'schen Reaktion, aber leichter löslich und mit höherem Sauerstoffgehalte. Seine Formel ist vielleicht $C_{16}H_9NO_6$. Möglicherweise gehört das Xanthoglobulin von *Scherer* (Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 262) ebenfalls hierher. — Das von *Chevallier* und *Lassaigne* (*Journ. de Chimie méd.* 3 *Série. Tome* 7. *p.* 208) in einer alten Leiche angetroffene sogenannte Xanthocystin ist Tyrosin als Fäulnissprodukt. — Um die im Texte erwähnte *Piria*'sche Reaktion zu erhalten, empfiehlt sich folgendes Verfahren am meisten: Einige Körnchen Tyrosin von der Grösse eines Nadelkopfes werden mit ein bis zwei Tropfen konzentrirter Schwefelsäure übergossen und über der

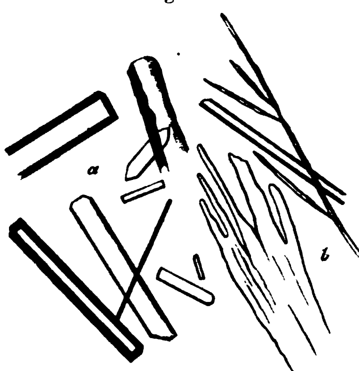
Lampe gelinde erwärmt, wobei sich das Tyrosin mit vorübergehend rother Farbe auflöst. Dann setzt man Wasser zu und neutralisirt die Lösung mit kohlens. Baryt oder Kalk. Um die entstandene zweifach kohlensaure Erde zu zerstören, wird zum Kochen erhitzt und filtrirt, wobei das Filtrat entweder an sich oder nach vorhergegangener Konzentration durch Abdampfen die angeführte Reaktion ergibt.

§ 41.

Harnstoff $C_2 H_4 N_2 O_2$.

Dieser Körper, welcher gleich allen übrigen der hier in Betracht kommenden Basen dem Pflanzenreiche fehlt, dagegen im menschlichen Organismus den Hauptbestandtheil des Harns bildet, ist von vollkommen neutraler Reaktion und in dieser Hinsicht mit Kreatin, Glycin und Leucin übereinkommend. Er krystallisirt in langen vierseitigen Säulen, welche an ihren Enden durch eine oder zwei schiefe Flächen geschlossen sind (Fig. 16). Er ist sehr leicht löslich in Wasser, ebenso in Alkohol, unlöslich dagegen in Aether.

Fig. 16.

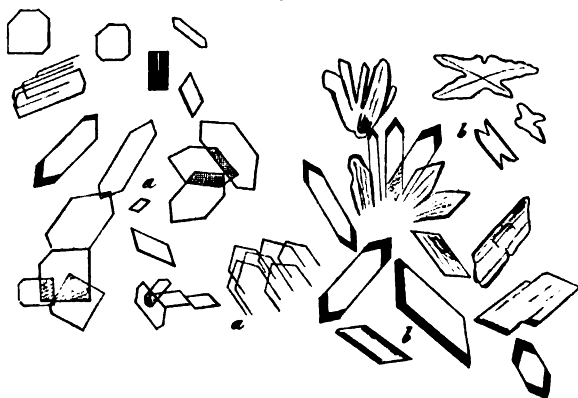


Krystallisationen des Harnstoffs. *a* Auskrystallisirte vierseitige Säulen (nach *Funke*); *b* unbestimmte Krystalle, wie sie aus alkoholischer Lösung anzuschiessen pflegen.

Der Harnstoff verbindet sich mit Sauerstoffsäuren zu salzartigen Verbindungen, worin immer ein Aequivalent Wasser enthalten ist; so mit Salpetersäure, Oxalsäure, aber auch mit Bernsteinsäure, Citronensäure, Gallussäure (*Hlasiwetz*[1])).

Unter diesen Verbindungen sind die

Fig. 17.



Krystalle der Verbindungen des Harnstoffs mit Salpetersäure und Oxalsäure. *a a* Salpetersaurer Harnstoff. *b b* Oxalsaurer.

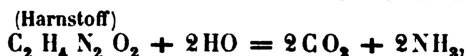
mit den beiden ersten Säuren bei ihrer charakteristischen Krystallform zur Erkennung unsrer Base von Wichtigkeit.

Der salpetersaure Harnstoff $C_2 H_4 N_2 O_2 . HO . NO_5$ (Fig 17. *a a*) krystallisirt in perlmutterglänzenden Schuppen oder glänzend weissen Blättchen, welche unter dem Mikroskop in der Form rhombischer oder hexagonaler Tafeln erscheinen.

Der oxalsaure Harnstoff $2 (C_2 H_4 N_2 O_2 . HO) . C_4 O_6 + 4 HO$ (Fig. 17. *b b*) bildet für das unbewaffnete Auge lange dünne Blättchen oder Prismen, welche bei mikroskopischer Vergrösserung meistens als hexagonale Tafeln, bisweilen auch als vierseitige Prismen erscheinen. Beiderlei Salze gehören dem monoklinischen Systeme an.

Ebenso vereinigt sich der Harnstoff mit Metalloxyden (so z. B. mit Quecksilberoxyd in drei Proportionen) und mit Salzen, wie Chlornatrium.

Was die Umsetzungen des Harnstoffs betrifft, so heben wir hier nur Einiges hervor. Bei 120° C. schmilzt er; bei noch stärkerer Erhitzung bildet er unter Ammoniakentwicklung namentlich Cyanursäure $C_6 H_3 N_3 O_6$. Besonders leicht und bei sehr verschiedenen Verhältnissen zerfällt der Harnstoff unter Wasseraufnahme in Kohlensäure und Ammoniak:



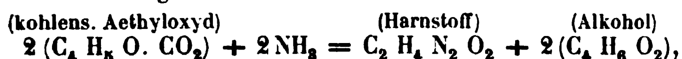
(Harnstoff)
$$C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 HO = 2 CO_2 + 2 NH_3,$$

so beim Kochen mit Wasser (doch nur in geringer Menge), beim Erhitzen der wässrigen Lösung auf 230—240° C. in einer zugeschmolzenen Glasröhre, durch die Einwirkung von Kalihydrat, konzentrirter Schwefelsäure.

Dieselbe Zerspaltung erfolgt bei der Selbstzersetzung von Thierstoffen, wie der Proteinkörper, des Schleims etc. Diese Fermentwirkung derselben ist die Ursache, dass entleerter Harn nach einiger Zeit die alkalische Beschaffenheit annimmt. Ebenso kann unter pathologischen Verhältnissen der in der Blutbahn kreisende Harnstoff schon innerhalb dieser in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt werden.

Harnstoff entsteht aus andern Alkaloiden, wie Kreatin, und aus Allantoin, bei Behandlung mit Alkalien; ferner wenn die Harnsäure der Einwirkung oxydirender Säuren und konzentrirten Kalis unterworfen wird.

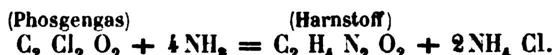
Ausserdem kann Harnstoff auf sehr verschiedenen Wegen künstlich hergestellt werden. So, wie *Wöhler* fand (und dieses war die erste der hierauf bezüglichen Entdeckungen), wenn man Cyansäure mit Ammoniak zusammenbringt, wobei cyansaures Ammoniumoxyd $NH_4 O . C_2 N O$ entsteht, was sich bald in Harnstoff umwandelt. Ferner erhält man Harnstoff beim Erhitzen des Oxamids $C_4 H_4 N_2 O_4$ mit Quecksilberoxyd (*Williamson*); dann beim Erhitzen von kohlensaurem Aethyloxyd und Ammoniak in einer zugeschmolzenen Glasröhre und zwar nach der Formel:



(kohlens. Aethyloxyd) (Harnstoff) (Alkohol)
$$2 (C_4 H_5 O . CO_2) + 2 NH_3 = C_2 H_4 N_2 O_2 + 2 (C_4 H_6 O_2),$$

wobei sich also noch Alkohol entwickelt. Endlich bildet sich Harnstoff, wenn Phosgengas (Chlorkohlensäure) $C_2 Cl_2 O_2$ mit trocknem Ammoniakgas zu-

sammenkommt, wobei als Nebenprodukt 2 Aeq. Chlorammonium entstehen und zwar nach der Formel:



$$\underset{\text{(Phosgengas)}}{C_2\,Cl_2\,O_2} + 4\,NH_3 = \underset{\text{(Harnstoff)}}{C_2\,H_4\,N_2\,O_2} + 2\,NH_4\,Cl.$$

Die beiden letzten Kompositionen unserer Base rühren von *Natanson*[2]) her.

Ueber die Zusammensetzung des Harnstoffs sind eine Menge von Ansichten im Laufe der Zeit entwickelt worden. *Berzelius* hatte ihn betrachtet als eine Verbindung von NH_3 mit einem organischen Körper, dem Urenoxyd $C_2\,HNO_2$. Andere Chemiker nahmen Cyan in seiner Verbindung an. *Mitscherlich* hatte ihn früher als Amidverbindung der Kohlensäure oder Carbamid angesehen, d. h. als $\left.\begin{matrix}C_2\,O_2\\H_2\\H_2\end{matrix}\right\}N_2$, eine Ansicht, welche durch die *Natanson*'schen Darstellungen des Harnstoffs eine neue Stütze erhalten hat. Kürzlich hat *Heintz*[3]) wieder eine andere Auffassung zu begründen versucht. Er betrachtet nämlich den Harnstoff als ein Ammoniak, worin 2 Aeq. H durch das Radikal der Kohlensäure und ein drittes durch Ammonium ersetzt ist, d. h. als $\left.\begin{matrix}C_2\,O_2\\NH_4\end{matrix}\right\}N$.

Der Harnstoff erscheint als wichtigster fester Körper im Harn des Menschen in einer 2½—3 % betragenden Menge und wird mit dieser Flüssigkeit in namhafter Quantität täglich aus dem Körper entfernt; ferner im Blute in sehr geringer Menge (*Strahl* und *Lieberkühn*[4]), *Lehmann*[5]), *Verdeil* und *Dollfuss*[6])). Ebenso soll er nach *Millon*[7]) in den wässrigen Flüssigkeiten des Auges auftreten. Im Gehirn des Hundes nach *Staedeler*[8]); im normalen Schweisse nach *Favre*, *Picard*[9]) und *Funke*[10]). Unter pathologischen Verhältnissen kann er in grosser Verbreitung durch den Organismus erscheinen.

Der Harnstoff, gleich allen verwandten Körpern ein Zersetzungsprodukt und schon um seiner Löslichkeit willen zur Gewebebildung untauglich, geht erfahrungsgemäss aus den Proteinstoffen des Organismus, den seine Gewebe bildenden ebensowohl, als den überschüssig ins Blut aufgenommenen Eiweisskörpern der Nahrung hervor. Muskelanstrengungen, ebenso reichliche Fleischdiät erhöhen in diesen Weisen die Menge unserer Base. Ferner steigt die Harnstoffmenge nach Einfuhr mancher Alkaloide in den Körper, wie von Theïn, Glycin, Alloxantin und Guanin. Endlich steigert in die Blutbahn gebrachte Harnsäure die Harnstoffmenge des Urins (*Wöhler* und *Frerichs*[11])).

Im Einzelnen sind wir jedoch über die Harnstoffbildung im Körper wenig aufgeklärt. Wenn es auch feststeht, dass unser Stoff ein Umsetzungsprodukt der Proteinkörper (sowie dass beinahe aller N des Organismus auf diesem Wege nach aussen gelangt), so wissen wir doch auf der andern Seite über die chemische Umsatzreihe, als deren Endfaktor Harnstoff erscheint, nichts Thatsächliches. Die Angabe *Béchamp*'s, dass Harnstoff unmittelbar bei der Oxydation der Proteinkörper entstehe, nämlich

bei der Einwirkung von übermangansaurem Kali in der Wärme, hat sich nach *Staedeler* keineswegs bestätigt[12]). Die Umwandlungsreihe ist auch offenbar eine viel längere, zusammengesetztere. Hier können als zum Verständnisse der Entstehung unserer Base dienend zwei Momente hervorgehoben werden; nämlich einmal der schon früher (S. 57) berührte Umstand, dass das Kreatin, ein Umsetzungsprodukt der Proteinkörper, bei Einwirkung von Alkalien in Sarkosin und Harnstoff zerfällt. Wichtiger vielleicht ist noch in dieser Hinsicht als eine Quelle der Harnstoffbildung des Organismus die Harnsäure, zu deren gewöhnlichen Umsetzungsprodukten bei oxydirenden Einwirkungen unser Körper gehört.

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 69. S. 100. — 2) Annalen Bd. 98. S. 287. — 3) *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 129. — 4) Preussische Vereinszeitung 1847. N. 47. — 5) *Lehmann*'s physiol. Chemie. Bd. 1. S. 165. — 6) Annalen Bd. 74. S. 214. — 7) *Compt. rend.* Bd. 26. S. 121. — 8) *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 251. — 9) *De la présence de l'urée dans le sang. etc. Thèse. Strassbourg* 1856. — 10) *Funke*'s Physiologie. 2te Auflage. Bd. 1. S. 476. — 11) Annalen Bd. 65. S. 837. — 12) *Erdmann*'s Journal Bd. 72. S. 251.

§ 42.

Guanin $C_{10} H_5 N_5 O_2$.

Ein krystallinischer, neutraler Körper, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in Säuren und Alkalien. Er vereinigt sich mit Säuren, Basen und Salzen. Die Verbindungen mit Säuren werden durch Zusatz von vielem Wasser zersetzt. Mit Salpetersäure, in welcher es sich ohne Zersetzung gelöst hatte, abgedampft, bildet das Guanin eine gelbe Masse, welche beim Zusatz von Kali in der Kälte sich roth färbt und beim Erhitzen lebhaft purpurroth wird, eine Reaktion, die unsere Base mit Xanthin und Sarkin theilt (s. u.). Durch die Salpetersäure entsteht ähnlich wie bei Tyrosin ein Nitroguanin $C_{10} H_4 (NO_4) N_5 O_2$. Bei Behandlung mit übermangansaurem Kali zersetzt sich Guanin in Oxalsäure, Harnstoff aus einem neuen Körper, das Oxyguanin $C_{10} H_7 N_4 O_9$ (*Neubauer* und *Kerner*[1]). Guanin, welches mit der Nahrung aufgenommen, wird, wie wir oben beim Harnstoff bemerkt haben, als dieser Körper ausgeschieden.

Das Guanin, von *Unger* im Guano entdeckt, ist möglicherweise ein Bestandtheil des Harns (*Strahl* und *Lieberkühn*[2]), *Strecker*[3])).

Xanthin $C_{10} H_4 N_4 O_4$.

Dieser Stoff, von der Harnsäure nur durch einen Mindergehalt von 2 Aeq. O verschieden, bildet bei frischer Fällung ein weisses Pulver, getrocknet gelbliche harte Stücke, welche beim Reiben wachsglänzend werden. Er hat keine Reaktionen auf Pflanzenfarben, ist in Wasser nur schwer, in Alkohol und Aether gar nicht löslich. In Alkalien löst sich

dagegen das Xanthin leicht, ebenso in Salpetersäure unter Aufbrausen. Beim Abdampfen mit Salpetersäure verhält es sich übrigens wie Guanin. Das Xanthin verbindet sich weder mit Säuren noch Basen in bestimmten Verhältnissen. Seine chemische Stellung erscheint daher zweifelhaft.

Unser Körper wurde bisher nur äusserst selten als Bestandtheil von Harnsteinen angetroffen.

Sarkin (Hypoxanthin) $C_{10}\ H_4\ N_4\ O_2$.

Das Sarkin von *Strecker*[4]), mit welchem das von *Scherer* früher beschriebene Hypoxanthin identisch ist, unterscheidet sich von dem Xanthin durch den Mindergehalt zweier Aequivalente O. Es erscheint gefällt als ein weisses, undeutlich krystallinisches Pulver und verändert sich beim Erwärmen bis zu 150⁰ C. nicht. Bei stärkerer Erhitzung schmilzt es unter Zersetzung, indem es Blausäure und Cyanursäure (?) liefert. Es ist im Uebrigen ziemlich schwer löslich in kaltem Wasser, leichter in heissem. In siedendem Alkohol löst es sich nur sehr schwierig. Leichter wird Sarkin von Säuren und Alkalien (selbst von Barytwasser) gelöst. Ebenso löst es sich in konzentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure und zwar ohne die mindeste Gasentwicklung oder Färbung.

Das Sarkin bildet mit vielen Säuren krystallinische Salze, welche jedoch theilweise durch Wasser zersetzt werden. Gleich anderen schwachen Basen vereinigt es sich mit Metalloxyden, selbst mit Kali und Baryt. Beim Abdampfen mit Salpetersäure und Kali entsteht wie bei seinen Verwandten die charakteristische rothe Farbe.

Es findet sich im Blute des Menschen bei Leukämie (*Scherer*); im Blute des Ochsen und Pferdes; in der Muskulatur, auch in dem Herzen; in der Leber, Milz, Thymus und Schilddrüse (*Scherer, Strecker, Gorup-Besanez*). Im Harn kommt nach *Strecker* ein dem Sarkin sehr ähnlicher Körper vor, der aber möglicherweise auch Guanin sein kann. Das Sarkin ist im Uebrigen wohl ein Zersetzungsprodukt des Muskelgewebes.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 102. S. 204. — 2) *Strahl* und *Lieberkühn*, Harnsäure im Blute etc. Berlin 1848. S. 112. — 3) Annalen Bd. 73. S. 382. (*Scherer* hat sich übrigens kürzlich selber für die Identität seines Hypoxanthins mit dem *Strecker*'schen Sarkin ausgesprochen. *Canstatt*'scher Jahresbericht für 1857. Bd. 1. S. 173.) — 4) Die *Strecker*'sche Arbeit befindet sich in dem bei No. 2 angeführten Bande der Annalen.

Anhang zu den sauerstoffhaltigen, schwefelfreien Basen.

§ 43.

Wir reihen hier noch am Ende der schwefelfreien Basen einen Körper an, welcher sich mit Säuren nicht verbindet und daher auch nicht den Basen zugezählt werden kann, nämlich das

Allantoin $C_8 H_6 N_4 O_6$.

Dieser Stoff krystallisirt in glänzenden, farblosen Prismen von rhomboedrischer Grundform (Fig. 18). Er ist schwer löslich in kaltem Wasser, leicht in Alkohol, gar nicht in Aether. Das Allantoin zeigt eine neutrale Beschaffenheit, verbindet sich aber mit Metalloxyden. Durch konzentrirte Alkalien wird es zerlegt in Oxalsäure und Ammoniak; durch konzentrirte Schwefelsäure in Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Ammoniak. Eine Lösung des Allantoins mit Salpetersäure bildet beim Verdunsten Harnstoff und einen neuen, natürlich nicht vorkommenden Körper, die Allantursäure $C_6 H_4 N_2 O_6$. Durch Hefenzellen zerspaltet sich das Allantoin in Ammoniaksalze und Harnstoff.

Fig. 18.



Krystalle des Allantoins (theilweise nach *Funke*).

Es entsteht unser Körper aus der Oxydation der Harnsäure beim Kochen mit Bleisuperoxyd neben Harnstoff.

Das Allantoin ist Bestandtheil der Allantoisflüssigkeit beim Embryo und des Harns junger Kälber. Nach *Frerichs* und *Staedeler*[1]) erscheint es bei Athembeschwerden im Harn der Säugethiere; ob beim Menschen, steht noch dahin.

Wir müssen in ihm gleich den vorhergehenden Basen, mit welchen es eine physiologische Verwandtschaft theilt, ein Zersetzungsprodukt stickstoffhaltiger Körperbestandtheile erblicken.

Anmerkung: 1) Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 3. S. 462.

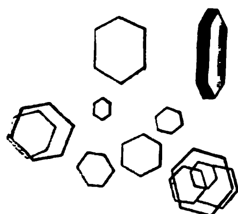
B. Sauerstoff- und schwefelhaltige Basen.

§ 14.

Cystin $C_6 H_6 N S_2 O_4$.

Diese Base ist die einzige der Gruppe, welche im menschlichen Körper auftritt, ausgezeichnet durch ihren hohen, über 26,6 % betragenden Schwefelgehalt.

Fig. 19.



Krystallisationen des Cystins (nach *Funke*).

Cystin krystallisirt in farblosen, sechsseitigen Tafeln oder Prismen (Fig. 19), ist in Wasser und Alkohol, ebenso in kohlensaurem Ammoniak unlöslich. Es löst sich dagegen leicht in Alkalien, ebenso in Mineralsäuren, aus welchen es von organischen Säuren, so z. B. Essigsäure, ausgefällt

wird. Mit Salpetersäure verdampft, hinterlässt es einen braunschwarzen Rückstand. Beim Erhitzen schmilzt Cystin nicht, entwickelt dagegen einen besondern, penetranten Geruch und verbrennt mit bläulicher Flamme. Mit Mineralsäuren, aber auch der Oxalsäure, bildet es salzartige krystallinische Körper. Ebenso verbindet es sich mit Alkalien. Seine Umsetzungsprodukte sind noch nicht bekannt und seine Konstitution noch nicht ermittelt, wie wir denn auch noch nicht einmal wissen, in welcher Form der Schwefel in ihm enthalten ist, der übrigens auf nassem Wege nachgewiesen zu werden vermag.

Das Cystin, ein seltener Körper, bildet gewisse Formen von Harnsteinen und kann auch als abnormer Harnbestandtheil erscheinen. Einmal hat man Cystin in der Leber angetroffen (*Scherer*[1]). Im Gewebe der Ochsenniere wurde Cystin von *Cloëtta*[2]) gefunden. Doch scheint es hier nicht konstant vorzukommen und wenn es fehlt, durch einen andern schwefelhaltigen Körper, das Taurin, ersetzt zu werden.

Die physiologischen Verhältnisse unseres Stoffes sind noch gänzlich dunkel.

Anmerkung: 1) *Virchow*'s Archiv Bd. 10. S. 228. — 2) Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Bd. 1. S. 205.

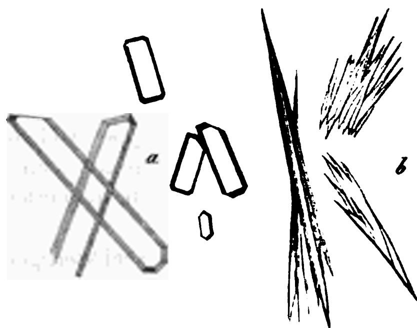
Anhang zu den sauerstoff- und schwefelhaltigen Basen.

§ 45.

Taurin $C_4\ H_7\ N\ S_2\ O_6$.

Dieser gleichfalls mit dem hohen Schwefelgehalte von 25,7 % versehene Körper, schon vor längerer Zeit als Bestandtheil der Galle entdeckt, verbindet sich weder mit Säuren noch Basen und kann desshalb füglich nicht mehr als ein Alkaloid betrachtet werden, ebenso wenig als das schwefelfreie Allantoin (s. oben S. 69). Er krystallisirt unter der Grundform eines geraden rhombischen Prismas (mit Winkeln der Seitenkanten von 111° 44 und 68° 16) in farblosen, regelmässig sechsseitigen Prismen mit vier- und sechsseitiger Zuspitzung (Fig. 20 *a*); aus unreinen Lösungen schiesst er in unregelmässigen garbenartigen Massen an (b).

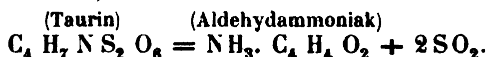
Fig. 20.



Krystalle von Taurin. *a* Ausgebildete sechsseitige Prismen. *b* Unbestimmte garbenartige Massen aus unreiner Lösung.

Taurin ist ohne Reaktion auf Pflanzenfarben, ziemlich leicht löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol und Aether. Auffallend ist die grosse Unveränderlichkeit des Stoffes, indem er selbst von Mineralsäuren, in welchen er sich löst, beim Kochen nicht zersetzt wird. Durch Gerbsäure und Metallsalze wird Taurin aus seinen Lösungen nicht gefällt. Der Schwefel ist in anderer Verbindung als im Cystin in ihm enthalten. Er lässt sich nämlich auf nassem Wege durch Salpetersäure und Königswasser nicht darthun und wurde desshalb lange übersehen[1]).

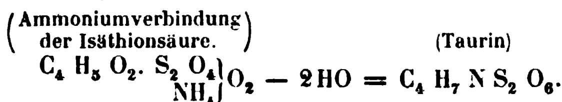
Was die Zersetzungen des Taurins angeht, so ist seine Zerlegung durch Kalihydrat von Wichtigkeit. Es entweicht nämlich aller N des Taurins als Ammoniak, und Essigsäure sowie schweflige Säure erscheinen als die einzigen übrigen Zersetzungsprodukte. Darauf hin hat *Redtenbacher*[2]) das Taurin geradezu als saures schwefligsaures Aldehydammoniak betrachten wollen, nämlich:



(Taurin) (Aldehydammoniak)

$$C_4\,H_7\,N\,S_2\,O_6 = NH_3.\,C_4\,H_4\,O_2 + 2\,SO_2.$$

In der That gelang es auch jenem Chemiker, auf diesem Wege künstlich einen wenigstens dem Taurin isomeren Körper darzustellen. — Dagegen wurde das Taurin selbst komponirt von *Strecker*[3]). Die Isäthionsäure $HO.\,C_4\,H_5\,O.\,2\,SO_3$ oder $\left.\begin{matrix}C_4\,H_5\,O_2.\,S_2\,O_4\\ H\end{matrix}\right\}O_2$, ein der Aetherschwefelsäure isomerer Körper, verwandelt sich in Verbindung mit Ammoniak beim Erhitzen auf 200^0 C. unter Verlust von 2 Aeq. Wasser in Taurin und zwar nach folgender Formel:



(Ammoniumverbindung der Isäthionsäure.) (Taurin)

$$\left.\begin{matrix}C_4\,H_5\,O_2.\,S_2\,O_4\\ NH_4\end{matrix}\right\}O_2 - 2\,HO = C_4\,H_7\,N\,S_2\,O_6.$$

Man kann darum das Taurin als Amid der Isäthionsäure $= \left.\begin{matrix}C_4\,H_5\,S_2\,O_6\\ H\\ H\end{matrix}\right\}N$ oder als diesem metamere Verbindung betrachten.

Das Taurin wird als Paarling aus einer der beiden Gallensäuren abgeschieden und enthält den ganzen Schwefelgehalt dieser wichtigen Flüssigkeit. Ebenso wird es bei der im Körper eintretenden Zerspaltung dieser Säure, der sogenannten Taurocholsäure, frei und erscheint so in abnormer, sowie faulig zersetzter Galle und im untern Theile des Darmkanals (*Frerichs*). Ferner ist es von *Cloëtta* in der Nieren- und Lungenflüssigkeit angetroffen worden. An letzterem Orte hatte es früher *Verdeil*[4]) als Lungensäure beschrieben. Im Blute fehlt es.

Was den Ursprung des Taurins betrifft, so sind wir darüber zur Zeit noch nicht aufgeklärt. Unser Körper hat die Natur eines Zersetzungsproduktes und allerdings dürfte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass er bei seinem Schwefelgehalt ein Umsetzungsprodukt der Eiweissstoffe ausmache, deren Schwefel es zu einem ansehnlichen Theile enthält. Der früher erwähnte Umstand, dass in den Proteinkörpern der Schwefel

in einer doppelten Form enthalten ist, muss den Gedanken entstehen lassen, dass das Taurin das Umsetzungsprodukt jenes Bestandtheiles der Eiweisskörper darstelle, welcher den Schwefel in einer schwer zu erkennenden und nur bei Zerstörung des Stoffes nachweisbaren Form enthalte (vergl. S. 19).

Was seine weiteren Zersetzungen betrifft, so ist hier eine Beobachtung *Buchner*'s[5]) von hohem physiologischen Interesse. Das sonst so unveränderliche Taurin zerfällt durch einen Fermentkörper, nämlich den Gallenblasenschleim bei Gegenwart von Alkalien, in kohlensaures Ammoniak, schweflige Säure und Essigsäure. Letztere Säure, an Alkali gebunden, geht in das kohlensaure Salz über und die schweflige Säure in Verbindung mit Natron verwandelt sich durch Oxydation später zur Schwefelsäure, so dass man in der faulenden Galle $NaO. SO_3$ antrifft. Da die in den Darm ergossene Galle nach den Beobachtungen von *Bidder* und *Schmidt*[6]) zu einem grossen Theile wieder resorbirt wird, so erklärt sich hiernach wenigstens theilweise der Ursprung der schwefelsauren Salze, welche mit dem Harn schliesslich den Körper verlassen.

Anmerkung: 1) *Redtenbacher* in den Annalen Bd. 57. S. 170. — 2) Annalen Bd. 65. S. 37. — 3) Annalen Bd. 91. S. 97. — 4) Annalen Bd. 81. S. 334. — 5) Dieselbe Zeitschrift Bd. 78. S. 203. — 6) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852.

L. Stickstoffhaltige thierische Säuren.

§ 46.

Während die organische Chemie in einer an die Alkaloide erinnernden Weise eine ganze Reihe stickstoffhaltiger Säuren als Amid-, Imid- und Nitrilsäuren künstlich dargestellt hat, ist die Anzahl der in unserem Leibe natürlich vorkommenden derartigen Körper eine beschränkte und keiner der letzteren konnte bisher noch komponirt werden. Dem Pflanzenreiche fehlen sie ganz.

Es sind schwache Säuren, meistens von krystallinischer Beschaffenheit, welche ohne Zersetzung nicht verflüchtigt werden können. Sie scheinen sämmtlich gepaarte Verbindungen zu bilden; doch ist dieses zur Zeit erst von einem Theile derselben dargethan, aus welchen der Paarling als die eine oder andere der thierischen Basen, als Glycin und Taurin, abgeschieden werden konnte. Gewebebildende Eigenschaften besitzt keiner dieser Körper; alle sind — und in dieser Hinsicht stehen sie den thierischen Basen gleich — Umsetzungsprodukte der histogenetischen Stoffe oder der plastischen Nahrungsmittel. Sie geben zum Theil zu chemisch interessanten Umsetzungen bei ihrer verwickelten Konstitution Veranlassung. — Sehen wir ab von zwei weniger bekannten Säuren,

welche im Muskel und dem Schweisse vorkommen, so sind sie entweder Bestandtheile des Harns oder der Galle und für diese Sekrete wesentliche Bestandtheile.

Inosinsäure HO. $C_{10} H_6 N_2 O_{10}$.

Eine nicht krystallisirbare, als syrupartige Flüssigkeit erscheinende Säure, welche in Wasser leicht, dagegen nicht in Alkohol und Aether löslich ist. Sie hat ausnahmsweise eine stark saure Beschaffenheit, riecht der Fleischbrühe ähnlich und kann ohne Zersetzung nicht bis auf 100° C. erhitzt werden. Die Inosinsäure bildet mit Alkalien krystallinische, mit Metalloxyden amorphe Salze. Ihre Konstitution ist noch nicht aufgeklärt. *Liebig*[1]), der Entdecker, macht darauf aufmerksam, dass man ihr Hydrat als aus Essigsäure, Oxalsäure und Harnstoff bestehend betrachten könne.



$$\underset{\text{(Inosinsäurehydrat)}}{HO.\ C_{10} H_6 N_2 O_{10}} = \underset{\text{(wasserfreie Essigsäure)}}{C_4 H_3 O_3} + \underset{\text{(wasserfreie Oxalsäure)}}{C_4 O_6} + \underset{\text{(Harnstoff)}}{C_2 H_4 N_2 O_2}.$$

Die Inosinsäure ist Bestandtheil der den Muskel durchtränkenden Flüssigkeit und als solche wohl ein Umsetzprodukt der Fleischfaser.

Hydrotinsäure HO. $C_{10} H_8 N O_{13}$.

Sie wurde von *Favre*[2]) als Bestandtheil des menschlichen Schweisses erkannt, indem er mit einer sehr beträchtlichen Menge desselben arbeitete. Im freien Zustande erscheint sie syrupartig und löslich in absolutem Alkohol. Sie bildet mit fast allen Basen lösliche Salze und enthält die gleichen Kohlenstoffäquivalente wie der vorhergehende Körper; ebenso wie das Sarkin, die Harnsäure. Doch erscheint ihre Existenz noch zweifelhaft.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 62. S. 257. — 2) *Erdmann*'s Journal Bd. 58. S. 365.

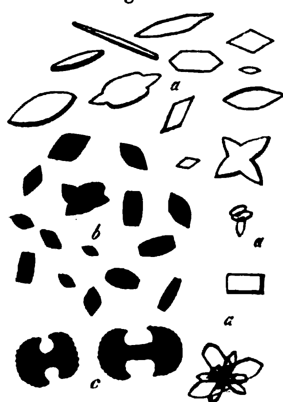
§ 47.

Harnsäure 2 HO. $C_{10} H_2 N_4 O_4$.

Diese zweibasische Säure stellt für das unbewaffnete Auge eine weisse pulvrige Masse dar oder erscheint in weissen Schuppen. Bei mikroskopischer Untersuchung lässt die Harnsäure die manchfachsten Krystallformen erkennen. Bei Zerlegung harnsaurer Salze (Fig. 21. *a a a*) erhält man rhombische Tafeln oder sechsseitige, an Cystin erinnernde Platten. Sehr langsam gefällt, bildet die Harnsäure auch lange rechtwinklige Tafeln oder parallelopipedische Formen oder geradezu rechtwinklige vierseitige Prismen mit gerader Endfläche. Letztere sind oft zu Drusen gruppirt. Ebenso erscheinen unter anderen Gestalten fass- oder cylinderförmige Säulenstücke (*Schmidt, Lehmann*). Die aus Harn nieder-

gefallene Harnsäure (Fig. 21. *b*) ist mit dem Farbestoff dieser Flüssigkeit verunreinigt und ihre Krystallisationen erscheinen darum braun- oder gelbgefärbt. Sie zeigen uns in der Regel entweder die sogenannte Wetzsteinform, d. h. eine Gestalt, als ob sie Querschnitte stark biconvexer Linsen wären, oder sie bilden rhombische Tafeln mit abgerundeten stumpfen Winkeln. Ganz sonderbare Gestalten sind die sogenannten dumb-bell's der Engländer (*c*). Sie können natürlich vorkommen oder auch bei Zersetzung von harnsaurem Kali erhalten werden (*Funke*).

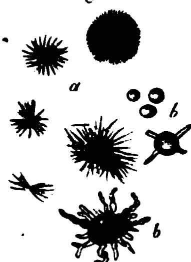
Fig. 21.



Harnsäure in ihren verschiedenartigen Krystallformen. Bei *a a a* Krystalle, wie sie bei Zersetzung harnsaurer Salze erhalten werden; bei *b* Krystallisationen der Harnsäure aus dem menschlichen Harne; bei *c* sogenannte dumb-bells (zum Theil nach *Funke*).

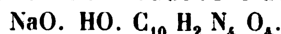
Die Harnsäure, von sehr schwach sauren Eigenschaften, löst sich ungemein wenig in kaltem Wasser (in circa 14000 Theilen), schwer in siedendem (1800 Theile), gar nicht in Alkohol und Aether, leicht dagegen in vielen Salzlösungen der Alkalien. Mit Basen bildet diese Säure selten nur neutrale und in der Regel saure Salze. Erstere, welche zwei Aeq. Base enthalten, werden schon durch Kohlensäure in saure Salze verwandelt. Sie zeigen im Uebrigen eine grössere Löslichkeit als die sauren, in denen nur ein Aeq. Basis vorkommt. Unter letzteren heben wir als wichtigste zwei in kaltem Wasser schwer lösliche Verbindungen heraus:

Fig. 22.



Saures harnsaures Natron; *a* Nadeln, gewöhnlich in Drusen verbunden; *b b* kuglige Massen (zum Theil nach *Funke*).

Saures harnsaures Natron



$NaO. HO. C_{10} H_2 N_4 O_4.$

Es bildet kurze hexagonale Prismen oder dicke sechsseitige Tafeln. Gewöhnlich erscheint es aber bei mikroskopischen Untersuchungen in kugligen Krystalldrusen (Fig. 22 *a*). Bisweilen findet man sonderbare kuglige, mit Fortsätzen versehene Massen (*b b*).

Fig. 23.



Saures harnsaures Ammoniumoxyd.

Saures harnsaures Ammoniumoxyd



$NH_4. HO. C_{10} H_2 N_4 O_4.$

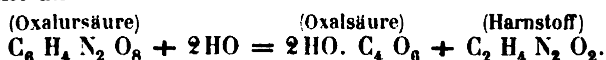
Es krystallisirt in sehr feinen Nadeln, welche in der Regel zu kugligen drusigen Massen verbunden erscheinen, worin die einzelnen Krystalle aber kleiner als bei dem vorhergehenden Salze sein sollen (Fig. 23).

Beide Salze, ebenso die Säure selbst, hinterlassen, mit Salpetersäure bei mässiger Wärme abgedampft, einen röthlichen Rückstand, welcher beim Zusatze von Ammoniak schön rosenroth wird und bei nachherigem Zusatze von kaustischem Kali eine prächtige violette Farbe annimmt. Es bildet diese Farbenveränderung die beste Probe für die Erkennung der Harnsäure.

Unsere Säure, welche noch nicht hat komponirt werden können, scheint nach der grossen Manchfaltigkeit ihrer Zersetzungsprodukte eine komplizirte Zusammensetzung zu besitzen. Wir heben aus diesen, namentlich von *Liebig* und *Wöhler* untersuchten Verhältnissen nur Einiges hervor und bemerken im Voraus, dass Harnstoff und Oxalsäure sehr gewöhnlich aus dem Umsatz der Harnsäure entstehen.

Bei trockner Destillation bilden sich aus der Harnsäure kohlensaures Ammoniak, Cyanammonium und brenzliche Oele. Schliesslich geht Harnstoff mit einer natürlich nicht vorkommenden Säure, der Cyanursäure $C_6 H_3 N_3 O_6$, über. Die letztere hat sich aber hierbei erst aus dem Harnstoff erzeugt.

Durch die oxydirende Einwirkung von Bleisuperoxyd wird die Harnsäure beim Kochen mit Wasser in Oxalsäure, Harnstoff und Allantoin zerlegt. Ein anderes Oxydationsmittel, die Salpetersäure, zerspaltet unsern Körper abermals in Harnstoff und dann in einen natürlich noch nicht angetroffenen Körper, das Alloxan $C_8 H_2 N_2 O_8$, aus welchem wiederum durch Umsetzung eine ganze Reihe neuer Stoffe gebildet werden kann. So entsteht aus ihm beim Erhitzen mit Salpetersäure unter Bildung von Kohlensäure die Parabansäure $C_6 H_2 N_2 O_6$. Aus ihr bildet sich beim Kochen mit Ammoniak die Oxalursäure $C_6 H_4 N_2 O_8$, welche längere Zeit mit Wasser gekocht unter Wasseraufnahme in Oxalsäure und Harnstoff zerfällt und zwar nach der Formel:



$$\underset{\text{(Oxalursäure)}}{C_6 H_4 N_2 O_8} + 2HO = \underset{\text{(Oxalsäure)}}{2HO.\ C_4 O_6} + \underset{\text{(Harnstoff)}}{C_2 H_4 N_2 O_2}.$$

Beim Eindampfen der Harnsäure mit Salpetersäure, aber auch aus Alloxan und auf anderem Wege, bildet sich das sogenannte Murexid, die Ursache der oben erwähnten Harnsäureprobe. Dieser Körper, dessen Formel nicht feststeht und vielleicht zu $C_{24} H_{12} N_{10} O_{16}$ angenommen werden muss, erscheint bei durchfallender Beleuchtung in Form granatrother Krystalle, welche das Licht goldgrün reflektiren. Es löst sich das Murexid mit Purpurfarbe in Wasser, in Kali mit violettem oder indigartigem Kolorit.

Wir können uns zur Zeit aus den Zersetzungsprodukten der Harnsäure noch keine sichere Vorstellung über ihre Konstitution verschaffen; dagegen sind das Enstehen von Harnstoff, Allantoin- und Oxalsäure physiologisch interessante und wichtige Erscheinungen.

Die Harnsäure, wie es ihr Name ausdrückt, stellt einen konstanten Bestandtheil des menschlichen Urins dar. Sie erscheint, aber in viel geringerer Quantität als der Harnstoff, in einer etwa 1 per mille betragen-

den Menge und zwar gebunden an Natron. Auch im Harn der fleischfressenden Säugethiere[1]) findet sie sich, im Allgemeinen, aber spärlicher als beim Menschen. Ob sie dem Urin der Pflanzenfresser gänzlich fehlt, steht anhin. Ihre Menge scheint nach der Nahrung beim Menschen wenig zu variiren, wohl aber ändert sie sich unter abnormen pathologischen Verhältnissen. Daneben ist die Harnsäure Bestandtheil des Bluts (*Strahl* und *Lieberkühn*[2], *Garrod*[3]). Ebenso kommt sie in den die Organe durchtränkenden Flüssigkeiten vor, so beim Ochsen im Gehirn (*Müller*[4]), in der Niere und den Lungen (*Cloëtta*); beim Menschen in der Milz (*Scherer*[5]) und *Gorup-Besanez*[6]).

Die Harnsäure ist Umsatzprodukt der stickstoffhaltigen Gewebebestandtheile und als solche sehr weit in dem Thierreich verbreitet. Ueber die Art und Weise ihrer Entstehung vermögen wir bei unserer Unkenntniss der Natur der Harnsäure nichts zu sagen. Der früher schon erwähnte Umstand, dass unsere Säure, in den Körper gebracht, die Harnstoffmenge vermehrt (*Wöhler* und *Frerichs*), muss darauf hinleiten, in ihr eine der Quellen für die Entstehung des Harnstoffs im Organismus zu erblicken, wofür dann auch die rein chemischen Zersetzungen der Harnsäure, welche so häufig Harnstoff herbeiführen, in schönem Einklang sind.

Anmerkung: 1) Im Harn des Hundes ist von *Liebig* vor einigen Jahren eine besondere, wohl stickstofffreie Säure, die sogenannte Kynurensäure, entdeckt worden (Annalen Bd. 86. S. 125). — 2) Harnsäure im Blut etc. Berlin 1848. — 3) *London med. Gazette. V.* 31. *S.* 88. (*Lehmann*'s Zoochemie S. 173.) — 4) Annalen Bd. 101. S. 131. — 5) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 298. — 6) Annalen Bd. 98. S. 1.

§ 48.

Hippursäure HO. $C_{18}\ H_8\ N\ O_5$ oder HO. $C_{14}\ H_5\ O_3 + C_4\ H_3\ N\ O_2$.

Fig. 24.



Krystalle der Hippursäure (nach *Funke*). *a a* Prismen. *b* Krystalle, welche beim langsamen Verdunsten sich bilden und denjenigen der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia ähnlich sind.

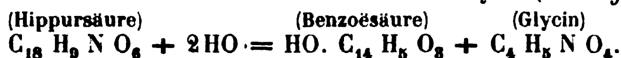
Diese Säure, die erste der Gruppe, wo die gepaarte Natur feststeht, krystallisirt in der Grundform eines vertikalen rhombischen Prisma und scheidet sich aus ihren heissen Lösungen in kleinen Flitterchen oder in grösseren, schief gestreiften, vierseitigen Säulen ab, welche an den Enden in zwei Flächen auslaufen (Fig. 24 *a a*). Beim langsamen Abdunsten verdünnter Lösungen erscheinen Krystalle, welche manchfach an diejenigen der später zu beschreibenden phosphorsauren Ammoniak-Magnesia erinnern (*b*).

Die Hippursäure, mit viel stärker

sauren Eigenschaften als die Harnsäure versehen, löst sich in 400 Theilen kalten Wassers, leicht in heissem, ebenso in Alkohol; dagegen in Aether nur schwer. Sie bildet mit Alkalien und alkalischen Erden in Wasser lösliche, krystallinische Salze. Schwerer lösen sich ihre Verbindungen mit Metalloxyden.

Was die zahlreichen Zersetzungen der uns beschäftigenden Säure betrifft, so heben wir hier Einiges hervor. Beim Erhitzen sublimirt Benzoësäure, benzoësaures Ammoniak und Benzonitril $C_{14}\ H_5\ N$, später Blausäure und als Rückstand bleibt Kohle.

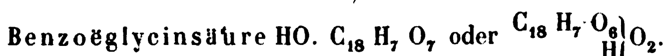
Vor allem bezeichnend sind die Verwandlungen, welche die Hippursäure beim Erhitzen mit Säuren und Alkalien erfährt. Sie zerfällt nämlich unter Wasseraufnahme in Benzoësäure und Glycin (*Dessaignes*[1])).



(Hippursäure) (Benzoësäure) (Glycin)

$$C_{18}\ H_9\ N\ O_6 + 2\,HO = HO.\ C_{14}\ H_5\ O_3 + C_4\ H_5\ N\ O_4.$$

Dieselbe Wirkung üben thierische Fermente bei der Gegenwart von Alkalien (*Buchner*). — Wird Hippursäure in Salpetersäure gelöst und Stickoxydgas eingeleitet, so entwickelt sich N und in der Lösung erscheint eine neue stickstofffreie Säure, die



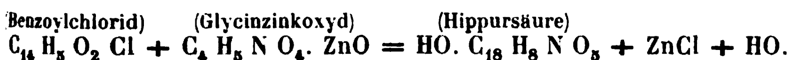
Benzoëglycinsäure $HO.\ C_{18}\ H_7\ O_7$ oder $\left.\begin{matrix} C_{18}\ H_7\ O_6 \\ H \end{matrix}\right\} O_2.$

Durch eine Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure kann man in der Hippursäure ein Aeq. H durch NO_4 substituiren. Es entsteht so die



Nitrohippursäure $HO.\ C_{18}\ H_7\ (NO_4)\ N\ O_5.$

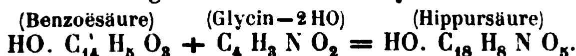
Die Hippursäure kann endlich künstlich dargestellt werden aus der Einwirkung von Benzoylchlorid auf Glycinzinkoxyd (*Dessaignes*[2])), nämlich nach der Formel:



(Benzoylchlorid) (Glycinzinkoxyd) (Hippursäure)

$$C_{14}\ H_5\ O_2\ Cl + C_4\ H_5\ N\ O_4.\ ZnO = HO.\ C_{18}\ H_8\ N\ O_5 + ZnCl + HO.$$

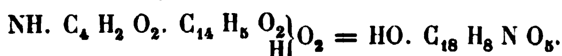
Ueber die Konstitution der Hippursäure sind nach ihren manchfachen Zersetzungen sehr verschiedene Ansichten aufgestellt worden. Man kann sie betrachten als eine Benzoësäure mit einem Paarling, welcher zwei Aeq. Wasser weniger enthält als das Glycin:



(Benzoësäure) (Glycin — 2 HO) (Hippursäure)

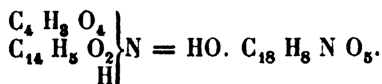
$$HO.\ C_{14}\ H_5\ O_3 + C_4\ H_3\ N\ O_2 = HO.\ C_{18}\ H_8\ N\ O_5.$$

Strecker[3]) will die Hippursäure als Amidsäure der Benzoëglycinsäure ansehen, nämlich:



$$NH.\ C_4\ H_2\ O_2.\ \left.\begin{matrix} C_{14}\ H_5\ O_2 \\ H \end{matrix}\right\} O_2 = HO.\ C_{18}\ H_8\ N\ O_5.$$

Dessaignes fasst die Hippursäure als eine den sekundären Amiden analoge Verbindung auf, worin das eine Aeq. H durch das Säureradikal der Glycinsäure und ein zweites H durch das Säureradikal der Benzoësäure vertreten ist, nämlich.



$$\left.\begin{matrix} C_4\ H_3\ O_4 \\ C_{14}\ H_5\ O_2 \\ H \end{matrix}\right\} N = HO.\ C_{18}\ H_8\ N\ O_5.$$

Zur Erläuterung letzterer Ansicht müssen wir an eine frühere Angabe (S. 59) erinnern, dass das Glycin nämlich dem Amid der Glycinsäure metamer ist.

Was das Vorkommen der Hippursäure angeht, so fehlt sie gleich den vorhergehenden Säuren dem Pflanzenreiche gänzlich. Im Blute des Ochsen ist sie in Spuren von *Verdeil* und *Dollfuss*[4]) angetroffen worden; im Blut des Menschen (*Robin* und *Verdeil*[5]), im Harn des Menschen in einer der Harnsäure ungefähr gleichen Menge; bei Krankheiten zuweilen reichlicher. Grösser ist die Quantität der Hippursäure im Urin pflanzenfressender Säugethiere, so z. B. beim Pferde (von welchem Thiere sie auch den Namen führt). In Organflüssigkeiten hat man unsere Säure bisher noch nicht angetroffen.

Höchst interessant ist der Umstand, dass Benzoësäure, Bittermandelöl, Zimmtsäure und Bernsteinsäure, in den Magen eingeführt, als Hippursäure durch den Harn ausgeschieden werden und Nitrobenzoësäure als Nitrohippursäure.

Die Hippursäure hat die Natur eines Zersetzungsproduktes stickstoffhaltiger Körpersubstanzen. Hierfür ist der Umstand, dass bei Oxydation der Proteinstoffe durch übermangansaures Kali eine grosse Menge Benzoësäure entsteht (s. oben S. 49), ein wichtiges Faktum.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 58. S. 322. — 2) Annalen Bd. 87. S. 325. — 3) Annalen Bd. 80. S. 17. — 4) s. a. dems. Orte Bd. 74. S. 214. — 5) *Traité de chimie anatomique. Paris* 1853. *Tome* 2. *p.* 447.

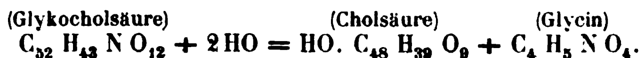
§ 49.

Glykocholsäure $HO.\ C_{52}\ H_{42}\ N\ O_{11}$ oder $HO.\ C_{48}\ H_{39}\ O_9 + C_4\ H_2\ N\ O_2$.

Diese der Galle angehörige Säure ist der Hippursäure analog gebildet, indem bei der Zerspaltung der Paarling ebenfalls als Glycin frei wird. Die in ihre Zusammensetzung eingehende stickstofffreie Säure ist die schon oben besprochene Cholsäure (s. S. 53).

Die Glykocholsäure krystallisirt in sehr feinen Nadeln, welche bis 136° C. erhitzt, unverändert erscheinen. Sie ist ziemlich löslich in Wasser, sehr leicht in Alkohol, aber nur sehr wenig in Aether, leicht dagegen wiederum in Alkalien. Ebenso wird sie von manchen Mineralsäuren, wie Schwefelsäure und Salzsäure, aber auch von Essigsäure, in der Kälte ohne Zersetzung gelöst. Mit Schwefelsäure und Zucker ergibt sie die Reaktion der Cholsäure. Sie ist einbasisch und bildet in Weingeist lösliche, theils krystallinische, theils amorphe Salze.

Beim Kochen mit Kalilauge oder Barytwasser zerfällt sie unter Wasseraufnahme in Cholsäure und Glycin, nämlich:


(Glykocholsäure) (Cholsäure) (Glycin)

$$C_{52}\ H_{43}\ N\ O_{12} + 2HO = HO.\ C_{48}\ H_{39}\ O_9 + C_4\ H_5\ N\ O_4.$$

Beim Kochen mit konzentrirten Mineralsäuren sind die Spaltungsprodukte Choloidinsäure und Glycin.

Unter ihren Salzverbindungen muss eine festgehalten werden, nämlich

Glykocholsaures Natron $NaO. C_{52} H_{42} N O_{12}$

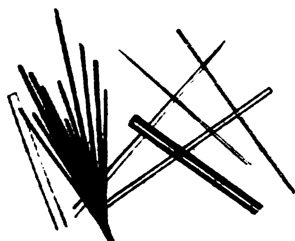


Fig. 25.

Krystalle von glykocholsaurem Natron.

(Fig. 25), ein in Wasser leicht lösliches Salz, welches, aus seiner Lösung in Alkohol durch Aether gefällt, in grossen glänzend weissen Drusen sternförmiger Nadelgruppen krystallisirt.

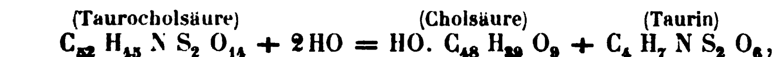
Diese Säure, über welche das früher bei der Cholsäure Erwähnte (S. 53) zu vergleichen ist, bildet einen der Hauptbestandtheile der menschlichen, sowie der Galle der meisten Säugethiere. Sie ist gebunden an Natron, selbst auch bei Pflanzenfressern.

Taurocholsäure $HO. C_{52} H_{44} N S_2 O_{13}$ oder $HO. C_{48} H_{39} O_{9} + C_4 H_5 N S_2 O_4$.

Die zweite der Gallensäuren zeigt uns abermals als Säure die des vorhergehenden Körpers, die Cholsäure. Der Paarling aber, welcher daraus abgeschieden werden kann, ist nicht das Glycin, sondern das indifferente und nicht mehr basische, schwefelhaltige Taurin.

Die Taurocholsäure, welche sehr zersetzlich und noch nicht in völlig reinem Zustande gekannt ist, krystallisirt nicht, übertrifft die vorige Säure durch ihre Löslichkeit in Wasser und ihre stärker sauren Eigenschaften. Sie löst Fette, Fettsäuren und Cholestearin reichlich. Gegen Schwefelsäure und Zucker verhält sie sich wie Glykocholsäure. Ihre Verbindungen mit Alkalien sind in Wasser und Alkohol leicht löslich, unlöslich in Aether. Längere Zeit mit Aether in Berührung gebracht, krystallisiren sie; sie verbrennen endlich mit leuchtender Flamme.

Was die Zersetzungsprodukte angeht, so sind sie denjenigen der vorigen Säure analog. Beim Kochen mit Alkalien zerfällt die Taurocholsäure unter Wasseraufnahme in Cholsäure und Taurin nach der Formel:



(Taurocholsäure) (Cholsäure) (Taurin)

$$C_{52} H_{45} N S_2 O_{14} + 2 HO = HO. C_{48} H_{39} O_9 + C_4 H_7 N S_2 O_6,$$

während durch Mineralsäuren, dem vorigen Körper analog, neben Taurin die Choloidinsäure erhalten wird.

Gebunden an Natron bildet die Taurocholsäure den zweiten Hauptbestandtheil der Galle von Mensch und Säugethier.

Was das Schicksal der beiden Gallensäuren betrifft, so hat man hierüber das bei der Cholsäure und ihren Paarlingen, dem Glycin und Taurin, Angegebene zu vergleichen (s. oben S. 53, 59 und 70).

Anmerkung: In der Galle des Schweins kommt anstatt der gewöhnlichen Glykocholsäure eine andere analoge gepaarte Säure vor, die Hyoglykocholsäure $C_{54} H_{43} NO_{10}$. Diese gibt unter denselben Umständen wie Glykocholsäure als Spal-

tungsprodukt das Glycin, dann aber eine besondere stickstofflose Säure, die Hyocholsäure C_{50} H_{40} O_8. (*Gundelach* und *Strecker*, Annalen Bd. 62. S. 205.)

§ 50.

Cyanverbindungen.

Als Anhang zu den stickstoffhaltigen Säuren reihen wir hier noch das Cyan und seine Verbindungen an.

Das Cyan C_2 N, ein Körper, welcher abweichend von den übrigen thierischen Radikalen nicht nach Art des Wasserstoffs oder der Metalle, sondern in der Weise der Haloide sich verhält, kommt bekanntlich niemals frei in der Natur vor. Auch seine Verbindungen erscheinen nur selten natürlich, lassen sich dagegen künstlich auf sehr verschiedenen Wegen darstellen, von welchen einige für unsere Zwecke von Interesse sind, so beim Glühen vieler organischer Substanzen, bei der Oxydation der Protein- und Leimkörper etc.[1]).

Schwefelcyan (Rhodan) C_2 N S_2. Dieses ternäre Radikal, ausgezeichnet durch die Eigenthümlichkeit Eisenoxydsalze schön roth zu färben, bildet mit H die sogenannte Schwefelblausäure H. C_2 N S_2 oder $\left.\begin{matrix}C_2\,N\\H\end{matrix}\right\}S_2$, welche abweichend von andern Cyanverbindungen im Organismus erzeugt wird und ein viel weniger intensives Gift als die Blausäure darstellt. Sie kommt als Kaliverbindung vor.

Schwefelcyankalium (Rhodankalium) K. C_2 N S_2 oder $\left.\begin{matrix}C_2\,N\\K\end{matrix}\right\}S_2$, ein in farblosen Nadeln krystallisirendes Salz, welches einen an Salpeter erinnernden Geschmack besitzt und ohne giftige Eigenschaften ist. Es bildet als einzige Cyanverbindung des Organismus, allerdings nur in sehr geringer Menge, einen Bestandtheil des Speichels, wo es *Treviranus* zuerst auffand. Doch kommt es nicht ausnahmelos in demselben vor.

Die Entstehung dieses Körpers und seine Beziehungen sind uns noch gänzlich unbekannt. Da die physiologische Umsatzreihe sonst Cyanverbindungen nicht auftreten lässt, muss das Schwefelcyankalium von erhöhtem Interesse erscheinen[2]).

Anmerkung: 1) Unter den Cyanverbindungen, welche auf künstlichem Wege aus der Zersetzung von Körperbestandtheilen entstehen, heben wir hervor: 1. Cyansäure HO. C_2 NO oder $\left.\begin{matrix}C_2\,N\\H\end{matrix}\right\}O_2$ ist ein Zersetzungsprodukt des Harnstoffs. 2. Cyanursäure 3 HO. 3(C_2 N O) oder $\left.\begin{matrix}(C_2\,N)_3\\H_3\end{matrix}\right\}O_6$; auch sie ist nur bei künstlicher Zersetzung von Harnsäure und Harnstoff erhalten worden. 3. Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure H. C_2 N. Sie ist ebenfalls ein künstliches Zersetzungsprodukt, aber ein häufiger entstehendes. — 2) Schwefelcyanammonium NH_4. C_2 N S_2 oder $\left.\begin{matrix}C_2\,N\\NH_4\end{matrix}\right\}S_2$ kann als zufälliger Bestandtheil nach Senfgenuss im Harn vorkommen. (*Wöhler* und *Frerichs* Annalen Bd. 65. S. 335.)

M. Aetherische Oele.

§ 51.

Aus dieser Gruppe, welche im Thierreich nur eine sehr untergeordnete Bedeutung hat, heben wir folgende Körper als Bestandtheile des Organismus hervor.

Phenylsäure HO. $C_{12} H_5 O$ oder $\left.\begin{matrix}C_{12} H_5\\ H\end{matrix}\right\} O_2$.

Diese Säure, ein Oel, ist in Wasser wenig, in Alkohol und Aether leicht löslich. Sie siedet bei 184° C., bildet mit Schwefelsäure eine flüssig bleibende Verbindung und ergibt mit Basen zum Theil krystallinische Salze.

Die Phenylsäure entsteht auf sehr verschiedenem Wege, so z. B. bei Destillationen mancher organischer Substanzen, in Spuren bei der Oxydation des Leims und besitzt dem menschlichen Körper gegenüber giftige Eigenschaften.

Auffallenderweise ist sie Bestandtheil des menschlichen und Säugethierharns (*Staedeler*[1]).

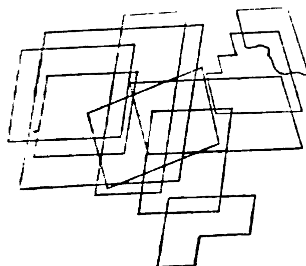
Taurylsäure $C_{14} H_8 O_2$.

In der gleichen Flüssigkeit erscheint noch diese zweite verwandte Säure, welche dem Anisol isomer ist. Sie hat einen höheren Siedepunkt und bildet mit Schwefelsäure vermischt bald eine krystallinische Masse. Sie ist im Uebrigen noch nicht rein dargestellt (*Staedeler*).

Cholestearin $C_{52} H_{44} O_2 + 2HO$ oder $C_{28} H_{24} O + HO$ (*Heintz*).

Dieser Stoff kann den festen ätherischen Oelen oder sogenannten Stearoptenen zugerechnet werden, einer Gruppe, welche im Uebrigen nur eine geringe Verbreitung besitzt (Ambrin, Castorin, Cantharidin).

Fig. 26.



Krystalle des Cholestearins (nach *Funke*).

Das Cholestearin (Fig. 26), ein geruch- und geschmackloser Körper, von welchem wir keine Verbindungen mit anderen Stoffen zur Zeit kennen, so dass seine Formel nicht sicher festgestellt werden kann, krystallisirt in sehr bezeichnender Form in ganz dünnen rhombischen Tafeln (der stumpfe Winkel 100° 30', der spitze 79° 30' *Schmidt*). Sie schieben sich gewöhnlich übereinander und zeigen häufig ausgebrochene Ecken[2]).

Cholestearin verliert bis 100° C. erhitzt sein Krystallwasser, schmilzt bei 137 (145)° C., kann sublimirt werden und verbrennt mit leuchtender Flamme. Es ist völlig unlöslich in Wasser, leicht in siedendem Alkohol und in Aether. Es wird gelöst von Fetten, ätherischen Oelen und ebenso den Natronverbindungen der beiden Gallensäuren und auch von Seifenwasser, Umstände, welche für das Vorkommen der sonst unlöslichen Substanz im menschlichen Körper von Wichtigkeit sind.

Bei Behandlung mit Schwefelsäure färben sich seine Krystalle von den Rändern aus rost- oder purpurroth oder violett; konzentrirte Säure löst sie dabei allmälich auf zu gefärbten Tropfen. Noch lebhaftere Kolorite ruft bei dieser Behandlung Jodzusatz hervor. In chemischer Hinsicht erfährt Cholestearin bei Schwefelsäureeinwirkung einen Verlust von Wasser und zerspaltet sich in drei vermuthlich polymere Kohlenwasserstoffe, sog. Cholesteriline. Durch fortgesetztes Kochen mit konzentrirter Salpetersäure zerfällt es in niedere Glieder der Fettsäurenreihe, in Oxalsäure und eine neue Säure, Cholestearinsäure C_{16} H_{10} O_{10}. Diese kommt im Körper nicht vor, lässt sich aber — und es ist dieses bei der Unsicherheit über die Natur unseres Körpers ein interessantes Moment — vermittelst Salpetersäure auch aus den Gallensäuren erhalten.

Das Cholestearin, der Pflanzenwelt gänzlich fehlend, hat keine gewebebildenden Eigenschaften, zu denen seine Krystallisationsfähigkeit es schon wenig geeignet erscheinen lassen muss. Es besitzt die Natur eines Umsetzungsproduktes, ob der Fette, ob der stickstoffhaltigen histogenetischen Substanzen steht anhin. Es ist im Organismus weit verbreitet, wird aber nur in geringen Mengen entleert, so dass eine weitere (uns aber gänzlich unbekannte) Umsetzung ziemlich wahrscheinlich wird.

Im Blute, aber nur in sehr geringer Menge; in den meisten thierischen Flüssigkeiten, namentlich in der Galle, aber nicht im Harn. In der Gehirnsubstanz. Ebenso in pathologischen Flüssigkeiten und Geschwülsten, in Gallensteinen. Durch die Galle entleert, wird es Bestandtheil der Exkremente.

Anmerkung: Serolin, von *Boudet* im Rückstande des Blutserums angetroffen, ist nach *Gobley* ein Gemenge verschiedener Fette. — 1) Annalen Bd. 77. S. 17. — 2) Ueber anomale Krystallformen des Stoffs vergl. *Virchow* in seinem Archiv Bd. 12. S. 101.

N. Thierische Farbestoffe.

§ 52.

Mit dem Namen der thierischen Farbestoffe bezeichnen wir eine Anzahl stickstoffhaltiger Körper, welche im Pflanzenreiche fehlen und durch ihre Farbe zunächst sich charakterisiren. Sie erscheinen theils diffus, entweder gelöst in Drüsenflüssigkeiten oder in den Geweben, die Sub-

stanz der Zellen und ihrer Abkömmlinge färbend, theils in Körnchen, vermögen aber auch die Krystallform unter Umständen anzunehmen.

Ihre chemischen Eigenschaften sind uns sehr wenig bekannt, da wir diese Körper kaum rein darstellen können und manche derselben überdies höchst veränderliche Massen bilden. Der wichtigste aller dieser Farbestoffe, das Blutroth oder Hämatin, dürfte wahrscheinlich ein sehr zusammengesetzter Stoff sein.

Hämatin, Blutroth $C_{44} H_{22} N_3 O_6$ Fe.

Das Hämatin kommt diffus in den Blutkörperchen der Wirbelthiere vor, wo es in inniger Verbindung mit einem Proteinkörper, dem Globulin, entweder eine dickflüssige Lösung oder eine aufgequollene Masse darstellend, den Zelleninhalt bildet. Es hat hier eine histogenetische Natur. Im Organismus ist das Hämatin in löslicher Modifikation vorhanden. In diesem Zustande vermögen wir es nicht vom Globulin zu trennen. Nur in geronnener Form gelingt dieses annäherungsweise, niemals aber vollständig[1]. Ob und wie weit das so erhaltene koagulirte Hämatin dem im Organismus vorkommenden entspreche, muss dahingestellt bleiben.

Der geronnene Blutfarbestoff stellt eine dunkelbraune, schwach metallisch glänzende Substanz dar, welche in Wasser, Alkohol und Aether sich nicht löst, wohl aber in einem Alkohol, welcher mit etwas Schwefelsäure oder Salzsäure versetzt ist. Die Farbe des so gelösten Hämatins ist braunroth, geht aber bei Neutralisation mit Alkalien in das Blutrothe über. Kaustische und kohlensaure Alkalien in verdünnter wässriger oder alkoholischer Lösung nehmen unsern Farbestoff mit braunrothem Kolorit gleichfalls auf; eine grosse Menge Kali, namentlich beim Kochen, gibt einer derartigen Hämatinlösung häufig eine grünliche Färbung. In Wasser aufgeschwemmtes Hämatin wird durch Chlor unter Bildung von Eisenchlorid entfärbt, trocknes Blutroth durch Chlorgas grün. Durch konzentrirte Schwefelsäure vermag man dem Hämatin das Eisen zu entziehen, ohne dass es seine Farbe und Eigenschaften änderte (*Mulder* und *van Goudoever*[2]).

Die Konstitution des Hämatins ist uns gänzlich unbekannt; ebenso die Art und Weise seiner Entstehung. Doch dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass die letztere aus einem der verbreiteteren Körperbestandtheile stattfindet. Physiologische Gründe machen es sogar sehr wahrscheinlich, dass unser Farbestoff aus einem Bestandtheil der sogenannten farblosen Blutzellen (s. u. beim Blute) hervorgehe. In chemischer Hinsicht vermuthen wir in dem Hämatin einen gepaarten Körper und zwar bestehend aus einem Umsatzprodukte der Eiweissstoffe und einer zweiten Substanz, welche das Eisen enthält. Ersteres könnte das Tyrosin sein. Ueber die Art und Weise, wie Eisen in dem Atomenkomplex des Hämatins enthalten ist, hat man verschiedene Vermuthungen aufgestellt.

Als Umwandlungen des Hämatins nehmen wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit die übrigen wesentlichen Farbestoffe des Körpers (seien es nun alle oder nur ein Theil) an. Wie weit noch andere Zersetzungen des Hämatins im Körper vorkommen, vermögen wir noch nicht anzugeben.

Der die Muskeln durchtränkende Farbestoff scheint keinerlei Verschiedenheiten gegenüber dem Hämatin der Blutzellen zu besitzen.

Hämatoidin $C_{30}\ H_{18}\ N_2\ O_6$ (?).

Aus den Gefässen entleertes und in den Geweben stagnirendes Blut erfährt allmälich weitere Veränderungen. Hierbei entsteht ein krystallinischer Farbestoff, welcher dem Hämatin nahe verwandt, aber eisenfrei ist. Dieser, das Hämatoidin[3], krystallisirt in rhombischen Prismen (Fig. 27) oder auch in Nadeln (*Robin*). Bei mikroskopischer Untersuchung erscheinen die Krystalle im Innern lebhaft orange- oder ponceauroth, an den Ecken und Rändern dunkel karminroth. Ihre Winkel betragen 118 und 62°.

Fig. 27.



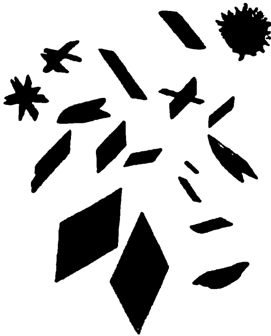
Hämatoidinkrystalle (nach *Funke*).

Sie sind unlösbar in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, leicht löslich dagegen in Alkalien. Eine konzentrirte ammoniakalische Lösung ist amaranthroth, um später eine safrangelbe oder bräunliche Farbe anzunehmen. Mit Kali und Natron lösen sich die Krystalle röthlich; in Salpetersäure dunkelroth unter Entwicklung von Gasblasen; nicht gelöst werden sie von Schwefelsäure; nur die Farbe des Krystalls wird eine dunklere.

Anmerkung: 1) Ueber die gewöhnliche Darstellung des Hämatins vergl. man die Lehrbücher der Chemie. Eine neue Darstellungsweise hat *Wittich* (*Erdmann*'s Journal Bd. 61. S. 11) mitgetheilt. — 2) *Erdmann*'s Journal Bd. 32. S. 186. — 3) *Robin*, welcher das Hämatoidin analysirt hat (*Erdmann*'s Journal Bd. 67. S. 161), schreibt ihm die Formel HO. $C_{14}\ H_8\ N\ O_2$ zu und will es dem Hämatin gegenüber, welchem er die Zusammensetzung von $C_{14}\ H_8\ N\ O_2$ Fe ertheilt, so betrachten, dass es ein Blutroth wäre, in welchem ein Aeq. Fe ersetzt sei durch ein Aeq. HO. Die *Robin*'sche Formel des Hämatoidins kann übrigens nicht richtig sein, da sie 1,5 % C. weniger und 0,5 % H mehr erfordert, als er bei der Analyse fand. Viel besser stimmt mit den Resultaten der Verbrennung eine von *Staedeler* berechnete Formel $C_{30}\ H_{18}\ N_2\ O_6$, welche wir oben mit einem Fragezeichen benutzt haben. Man vergl. noch den Aufsatz von *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen I. S. 303. — 4) Häminkrystalle. *Teichmann* (*Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift für rationelle Medizin 1853. S. 375) machte uns mit einer eigenthümlichen Krystallbildung des Blutes bekannt. Eingetrocknetes Blut mit erwärmter Essigsäure behandelt, selbst wenn

die Fäulniss schon eingetreten ist, scheidet regelmässig in zahlloser Menge Krystalle von bräunlicher, dunkelbrauner oder fast schwärzlicher Farbe aus, welche in Form rhombischer Säulen (und dann an Hämatoidin erinnernd), bisweilen auch in Nadeln oder in sternförmigen Gruppen erscheinen (Fig. 28). Die Gegenwart von Chloralkalien ist, wie *Teichmann* richtig angibt, für das Zustandekommen dieser Krystallisationen unentbehrlich. Diese sogenannten Häminkrystalle zeigen eine bedeutende Beständigkeit, zersetzen sich nicht an der Luft, lösen sich weder in Wasser, noch in Alkohol und Aether, ebenso nicht in Essigsäure. Salpetersäure dagegen löst sie beim Kochen. Leicht löslich ist das Hämin in Schwefelsäure, Ammoniak und verdünnter Kalisolution. Durch konzentrirte Kalilauge werden sie unter Aufquellen schwarz. — Wir kennen die Beziehungen dieser eisenhaltigen Krystalle zu den Stoffen des Blutes noch nicht. Bei ihrer Beständigkeit dürften sie für eine genauere chemische Untersuchung ein nicht undankbares Objekt bilden. Ob sie eine Bedeutung für die Genesis des schwarzen Pigments haben (s. u.), lassen wir dahingestellt. Dagegen sind sie zum Nachweis geringer Mengen Blutes in forensischer Hinsicht von Wichtigkeit.

Fig. 28.



Krystalle des Hämins (theilweise nach *Funke*).

§ 53.

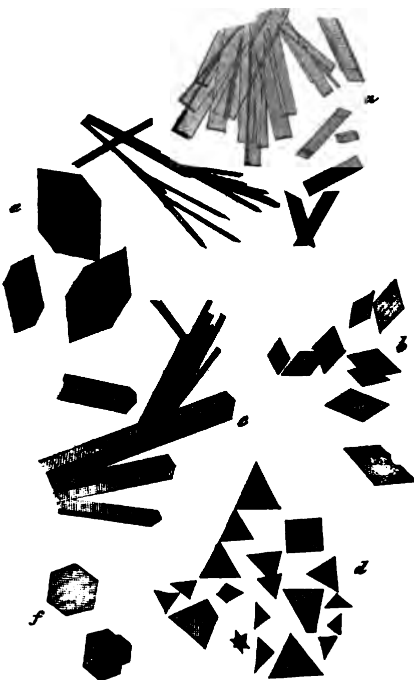
Blutkrystalle oder **Hämatokrystallin**.

Bei dem Menschen und den Wirbelthieren kann aus dem Zelleninhalte der Blutkörperchen, dem Hämatoglobulin derselben, unter Umständen eine gefärbte krystallinische Substanz erhalten werden. Es entstehen die sogenannten Blutkrystalle (Fig. 29), auf welche man erst in neuerer Zeit aufmerksam geworden ist. Die bisherigen Untersuchungen (*Funke*[1], *Lehmann*[2], *Kunde*[3] und *Teichmann*[4]) lehren, dass die so herauskrystallisirende Substanz bei den einzelnen Gruppen der Wirbelthiere keineswegs identisch ist, sondern hinsichtlich der Löslichkeit und der Krystallform beträchtliche Verschiedenheiten darbietet. Ihre Zersetzlichkeit, die Verunreinigung mit andern Stoffen gestatteten bisher noch keine irgend genügende chemische Untersuchung vorzunehmen.

Die Blutkrystalle zeigen sich in verschiedenen Formen, in Prismen, Tetraëdern, hexagonalen Tafeln und Rhomboëdern. Die erste Gestalt ist bei weitem die verbreitetste, beim Menschen und den meisten Säugethieren auftretend (Fig. 29. *a* und *c*), wobei noch rhombische Tafeln vorkommen können (*b*). Tetraëder bildet das Hämatokrystallin bei der Maus und dem Meerschweinchen (*d*); hexagonale Tafeln hat man bisher allein beim Eichhörnchen angetroffen (*f*). Rhomboëder stellt unsere Substanz beim Hamster (*e*) dar.

Die Krystalle zeigen vereinzelt ein pfirsichblüthenfarbiges oder amaranthrothes Kolorit, in Mengen beisammenliegend eine lichte Zinnoberfarbe. Sie lösen sich in Wasser bald mit mattem, bald mit lebhaftem Roth. Die Löslichkeit in Wasser ist indessen bei den prismatischen Krystallformen viel grösser, als bei den Tetraëdern des Hämatokrystallins. In Aether, auch in Alkohol sind sie unlöslich. Leicht gelöst werden sie von Essigsäure unter bräunlich gelber Färbung, ebenso von Ammoniak, nicht aber von konzentrirter Kalilauge. Chlor entfärbt sie rasch. Eine wässrige Lösung der Krystalle wird gefällt durch Hitze und Alkohol, eine Auflösung derselben in Essigsäure durch Blutlaugensalz.

Fig. 29.



Blutkrystalle des Menschen und der Säugethiere (nach *Funke*). *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der *Jugularis* des Eichhörnchens.

Die Zersetzlichkeit der Blutkrystalle ist, wie schon oben bemerkt, eine hohe. Sie zerfallen allmälich an der Luft, zersetzen sich bei einer Erhitzung von 160 —170° C., verbrennen leicht und hinterlassen ungefähr 1 % Asche, welche zum grössten Theile aus Eisenoxyd besteht (*Lehmann*).

Ihre Entstehung erfolgt bald leichter, bald schwieriger. Einleiten von Sauerstoff in gewässertes Blut und dann von Kohlensäure ruft sie hervor; ebenso wenn mit Wasser versetztes Blut bei Zusatz von Alkohol und Aether auf der mikroskopischen Glasplatte langsam verdunstet. Licht befördert ihre Abscheidung. Besonders leicht entstehen die Krystalle beim Meerschweinchen. Ausgezeichnet endlich vor allen Gefässbezirken durch die Leichtigkeit zu krystallisiren ist das Blut der Milzvene.

Die Menge des Hämatokrystallins kann im Uebrigen nach *Lehmann* über 7 % der ganzen Blutmasse betragen.

Anmerkung: 1) *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift 1851. S. 172; 1852, S. 198 und 288. — Physiol. Chemie. Bd. 1. S. 364 und Zoochemie S. 135. — 3) *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift 1852. S. 271. — 4) an demselben Orte 1853. S. 375.

§ 54.

Harnfarbestoff, Uroërythrin oder Urohämatin.

In dem Urin kommt in sehr geringer Menge ein rother Farbestoff vor, welcher dieser Flüssigkeit das gelbliche Kolorit ertheilt und Sedimente des Harns lebhaft roth zu färben vermag. Es ist unser Körper sehr zersetzlich, sehr schwierig rein zu erhalten und desshalb noch sehr ungenügend gekannt. Nachdem früher *Scherer* [1]) mit diesem Gegenstande sich beschäftigt hatte, wurde der Harnfarbestoff in neuerer Zeit von *Harley* [2]) untersucht. Er erhielt einen rothen Farbestoff, welcher in Wasser fast unlöslich ist, von erwärmtem frischem Harn dagegen mit gelber Farbe aufgenommen wird, von Aether und Alkohol mit prächtigem Roth. *Harley* fand dieses Pigment eisenhaltig und betrachtet es als ein modifizirtes Blutroth. Daneben traf er noch einige andere färbende Materien im Urin an.

Blaue und violette Farbestoffe, welche bisweilen im Harn angetroffen werden können, erscheinen in so geringer Menge, dass wir über sie nichts wissen. Unter Umständen hat man in Urin Indigo bemerkt, ohne dass er von aussen aufgenommen worden war (*Sicherer* [3])).

Schwarzes Pigment, Melanin.

Fig. 30.



Krystalle des schwarzen Pigments (nach *Virchow*).

Das schwarze Pigment erscheint im normalen Organismus in Form sehr kleiner Körnchen, der Pigmentmoleküle. Unter pathologischen Umständen hat man schwarze Krystalle angetroffen, flache rhombische Tafeln mit ausserordentlich spitzen Winkeln (*Virchow* [4]).

Das normale Melanin ist eine durch ihre grosse Schwerlöslichkeit und Unveränderlichkeit ausgezeichnete Substanz. Sie ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Mineralsäuren und konzentrirter Essigsäure. Verdünnte Kalilauge löst Melanin in der Wärme, aber erst nach längerer Zeit. Konzentrirte Salpetersäure löst es unter Zersetzung. Es verbrennt mit leuchtender Flamme. Die Asche ist eisenhaltig.

Die bisherigen Untersuchungen der Konstitution des Melanins können nur mit grossem Zweifel angesehen werden, da der Stoff nur sehr schwierig rein zu erhalten sein dürfte und zwischen dem Augenschwarz und dem pathologischen schwarzen Pigmente die Analysen enorme Differenzen zeigen.

Scherer [5]) erhielt folgende prozentische Zusammensetzung für das Augenschwarz:

C 58,084
H 5,917
N 13,768
O 22,231.

Schmidt gewann aus dem schwarzen Lungenpigmente bis gegen 73 % C!

Das Melanin neben dem Blutfarbestoff das einzige Pigment des Organismus, welchem wir eine gewisse histogenetische Bedeutung nicht absprechen können, erscheint in der Regel als Inhalt polygonaler oder sternförmiger Zellen, seltener frei im Gewebe. Seine grösste Verbreitung gewinnt es im innern Auge. Auffallend ist sein massenhaftes Vorkommen bei manchen niederen Wirbelthieren, z. B. den Fröschen.

Pathologisch tritt es oder verwandte Materien oft in grosser Verbreitung in einzelnen Organen, Geschwülsten etc. auf.

Es ist sein Ursprung allgemein und auch wohl mit Recht aus dem Blutfarbestoff angenommen. Hierfür sprechen namentlich die pathologischen schwarzen Pigmente, deren Entstehung aus Hämatin oftmals genau zu verfolgen ist. Auf der andern Seite dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass wir mit dem Namen Melanin gegenwärtig mehrere verwandte Materien bezeichnen. Die Umsetzungsprodukte des Melanins sind unbekannt.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 57. S. 180. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 5. S. 1. — 3) Annalen Bd. 90. S. 120. — 4) Dessen Archiv Bd. 1. S. 399. — 5) Annalen Bd. 40. S. 63.

§ 55.

Gallenfarbestoffe.

Die färbende Materie der Galle ist bis zur Stunde höchst ungenügend gekannt[1]. Sie charakterisirt sich durch ihre Reaktion gegen Salpetersäure. Eine salpetrige Säure enthaltende Salpetersäure oder eine solche, der konzentrirte Schwefelsäure zugesetzt ist, ruft ein eigenthümliches Farbenspiel herbei. Es folgen auf einander grün, blau, violett, roth, gelb.

Man unterscheidet gewöhnlich zweierlei Farbestoffe der Galle, einen braunen und einen grünen.

Gallenbraun, Cholepyrrhin, Biliphaein. $C_{32} H_{18} N_2 O_9$ (?).

Das Gallenbraun erscheint als eine dunkelbraune, in's Olivengrüne ziehende Masse ohne Krystallisation, welche in heissem Wasser schwer löslich ist. Zu Kalkerde besitzt es eine gewisse Verwandtschaft, so dass es mit ihr eine in Wasser unlösliche Verbindung eingeht, wesshalb die Gegenwart von Kalkerde im Wasser letzterem das Vermögen Gallenbraun zu lösen raubt. Leichter als in heissem Wasser löst unser Farbestoff sich in siedendem Alkohol, um bei längerem Stehen an der Luft der Lösung eine grüne Farbe zu ertheilen. Kochende Salzsäure löst etwas Gallenbraun mit violetter Farbe, die durch Uebersättigung mit Ammoniak grüngelb, beim Zusatz von Salpetersäure roth wird. Kaustische und koh-

lensaure Alkalien nehmen es mit gelbbraunem Kolorit auf. Eine verdünnte Lösung in alkoholischer Kalitinktur wird durch Salzsäure grün, bei Zusatz von Salpetersäure blau.

Gallengrün, Biliverdin. $C_{16} H_9 N O_5$ (?).

Dieser Körper bildet grüne Flocken, welche durch das Trocknen beinahe schwarz werden. In Aether soll er beinahe unlöslich sein; in Alkohol und Alkalien löst er sich mit schöngrüner Farbe. Die Reaktion mit salpetriger Salpetersäure zeigt er gleich dem Gallenbraun.

Die Gallenfarbestoffe betrachtet man als Zersetzungsprodukte, bestimmt den Körper zu verlassen. Sie sind die Ursache der Kothfärbung, indem sie weiter verändert mit den Exkrementen entleert werden. Ueber ihren Ursprung besitzen wir beim Mangel von sicheren chemischen Anhaltspunkten nur Hypothesen. Man leitet sie einmal (und dieses ist die gewöhnliche Vermuthung) von dem Blutfarbestoff her. Dann machen *Frerichs* und *Staedeler*[2] auf die Möglichkeit eines Ursprungs der Gallenfarbestoffe von den Gallensäuren aufmerksam, wofür namentlich pathologische Verhältnisse[3] zu sprechen scheinen, sowie der Umstand, dass Gallensäuren in das Blut injicirt im Harn als Gallenpigmente erscheinen. Interessant für diese Anschauung ist noch die Beobachtung, dass Gallensäuren durch konzentrirte Schwefelsäure in ein Chromogen umgewandelt werden, was durch freiwillige Oxydation in violette, blaue und endlich in grüne Farbestoffe übergeht. Diese, wenn die Oxydation hinreichend war, ergeben mit Salpetersäure sogar den bekannten Farbenwechsel (*Staedeler*).

Anmerkung: 1) Ueber die Gallenfarbestoffe vergl. man die Arbeit von *Heintz* in *Poggendorff*'s Annalen Bd. 84. S. 106. — 2) Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich. Bd. 4. S. 100. — 3) Der Harn Gelbsüchtiger zeigt uns häufig, wenn er an Gallensäuren reich ist, wenig Gallenfarbestoff und umgekehrt kommen im schwach gefärbten Urin dieser Kranken, wie *Lehmann* entdeckt hat, Gallensäuren oft reichlich vor. — Wir reihen endlich noch, um uns keiner Lücke schuldig zu machen, die sogenannten Extraktivstoffe hier an. Die Zoochemie versteht darunter Körper, welche theils im Organismus präformirt erscheinen, theils erst Resultate der chemischen Manipulationen sind. Sie geben keinerlei charakteristische Eigenschaften zu erkennen, krystallisiren nicht, verbinden sich nicht in bestimmten Proportionen mit andern Stoffen und verflüchtigen sich endlich nicht bei bestimmten Temperaturgraden. Nach dem so eben Bemerkten kann mit diesen Materien weder in chemischer noch in physiologischer Hinsicht etwas angefangen werden. Desshalb ist unsere chemische Kenntniss derselben eine ganz ungenügende. Auch in physiologischer Beziehung deutet man sie, ohne es, streng genommen, beweisen zu können, als zersetzte Körper, als intermediäre Produkte des Stoffwechsels. In neuerer Zeit hat man aus diesen Gemengen einzelne Basen und Säuren etc. abgeschieden, von welchen schon früher die Rede war.

O. Mineralbestandtheile.

§ 56.

Die Zahl der im menschlichen Organismus vorkommenden Mineralkörper und anorganischen Verbindungen ist eine nicht unbeträchtliche. Leider aber befindet sich unser Wissen über dieselben zur Zeit noch auf einer viel niedrigeren Stufe, als man es bei der Natur dieser Substanzen erwarten sollte. Was die Verbindungen anorganischer Körper betrifft, so sind wir, sofern es sich um ihre Präexistenz in den Theilen des Leibes handelt oder die Frage entsteht, wie weit sie erst als Produkte der chemischen Manipulationen betrachtet werden müssen, keineswegs überall mit wünschenswerther Sicherheit aufgeklärt. Noch dunkler ist uns von einem Theile dieser Stoffe die physiologische Beziehung. Ist es auch, um Beispiele vorauszuschicken, keinem Zweifel unterworfen, dass in dem Wasser das Lösungs-, Durchtränkungs- und Aufquellungsmittel des Organs uns vorliegt, dass die phosphorsaure Kalkerde das wichtigste Erhärtungsmittel bildet und anderes mehr, so vermögen wir doch von einem ansehnlichen Reste kaum irgendwie sichere Anhaltepunkte der Erklärung zu gewinnen. Ebenso gelingt es nicht, die anorganischen Verbindungen, welche als Zersetzungsprodukte des Organismus zu betrachten sind, von denjenigen, die histogenetische Bedeutung besitzen, überall mit wünschenswerther Sicherheit auseinander zu halten. Manche Mineralstoffe endlich stellen wohl nur zufällige Durchwanderer des Körpers dar, in den sie mit den Nahrungsmitteln eingeschleppt sind.

Es würde uns zu weit führen, hier schon zu zeigen, wie different die Menge der Aschenbestandtheile in den einzelnen Geweben und Organen ausfällt. Interessant sind die Verschiedenheiten jener nach dem Alter. Während in der frühen Fötalzeit die Aschenmengen nur 1 % des Körpers ausmachen, erhöhen sie sich später auf 2, um beim erwachsenen Säugethier in der Periode der Reife 3,5 bis 4,7 % zu betragen. Im höheren Alter dürfte noch eine weitere Steigerung stattfinden. (*Bezold*[1]) und *Schlossberger*.[2])

Als anorganische Stoffe und Verbindungen unseres Körpers aber haben wir besonders folgende festzuhalten:

a) An Gasen: Sauerstoff, Stickgas und Kohlensäuregas[3]).

b) An Säuren: Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor- und Fluorwasserstoffsäure, sowie Kieselsäure. Sie kommen mit Ausnahme der in Flüssigkeiten diffundirten Kohlensäure fast niemals frei im Körper vor, sondern beinahe immer vereinigt mit Basen. Nur freie Salzsäure bildet einen Bestandtheil des Magensaftes.

c) An Basen: Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde, Talkerde, Oxyde von Eisen, Mangan (und Kupfer). Sie erscheinen in der Regel als Salze; doch haben wir freies Alkali, namentlich Natron,

verbunden mit Proteinkörpern (s. oben S. 22 und 26), ebenso Eisen in manchen Thierstoffen, wie dem Hämatin, dem Melanin (S. 83 und 87).

Anmerkung: 1) Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. 251. — 2) Annalen Bd. 103. S. 193. — 3) Ueber die Mineralbestandtheile des Körpers vergl. man *Heintz*, Lehrbuch der Zoochemie. Berlin 1853.

§ 57.

Was nun zuerst die eben erwähnten Gase betrifft, so erscheinen sie theils in den lufthaltigen Räumen des Körpers, theils diffundirt oder chemisch gebunden in seinen Flüssigkeiten.

Sauerstoff O.

Im gebundenen Zustande tritt der Sauerstoff in die organischen Substanzen des Thierkörpers ein. Als Element dagegen erscheint er in allen lufthaltigen Räumen des Leibes. Endlich findet er sich in allen Flüssigkeiten des Organismus. Im Blute treffen wir den Sauerstoff, zu einem kleineren Theile gelöst, während der grössere Rest an Blutbestandtheile (wenn auch nur locker) gebunden erscheint. Interessant ist die Beobachtung, dass das Blutserum in viel geringerem Grade das Vermögen der Sauerstoff- wie der Gasabsorption überhaupt besitzt als das mit farbigen Zellen versehene Blut selbst. Dass das Oxygen bei seiner grossen Neigung, sich mit anderen Körpern zu verbinden, in das chemische und physiologische Getriebe des Organismus auf das Tiefste eingreift, bedarf wohl keiner weiteren Bemerkung.

Stickgas N.

Der Stickstoff, bekanntlich gebunden ein Bestandtheil vieler organischer Körper des Leibes, findet sich frei in den mit Luft erfüllten Höhlungen des Körpers; ebenso kommt er, aber in sehr geringer Menge, gelöst in den thierischen Flüssigkeiten vor.

Kohlensäuregas CO_2.

Die Kohlensäure erscheint theils im gebundenen Zustande, namentlich mit anorganischen Basen vereinigt, theils frei, sei es als Gas, sei es gelöst in den Flüssigkeiten des Körpers. Als Gas treffen wir die CO_2 in beträchtlicher Quantität in der ausgeathmeten Luft; ebenso in den luftführenden Hohlräumen. Gelöst ist sie, allerdings in verschiedener Menge, Bestandtheil sämmtlicher thierischer Flüssigkeiten. Reichlich erscheint sie im Blute, und zwar hier zu einem Theile frei, zu einem andern Theile gebunden[1]). Letzteres erklärt sich wohl hauptsächlich durch die Eigenschaft der kohlensauren Alkalien des Blutes, mit unserer

Säure saure Salze zu bilden[2]. Die Kohlensäure nur zu einem kleinen Theile von aussen in den Organismus eingeführt, ist das wichtigste Endprodukt vieler chemischer Umsatzreihen des Körpers. Sie verlässt diesen massenhaft durch die Lungen, in geringer Quantität durch die Hautausdünstung.

Anmerkung: 1) Ueber die Gase des Blutes vergl. man *Magnus* in *Poggendorff*'s Annalen Bd. 36. S. 685, Bd. 66. S. 177; ferner *L. Meyer* in *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift. 1857. S. 256. — 2) Wasserstoffgas H, Schwefelwasserstoffgas S H und Kohlenwasserstoffgas C H_2 kommen als Verdauungsprodukte im Darm vor, bewirkt durch die Zersetzung des Darminhalts.

§ 58.

Wasser HO.

Keine anorganische Verbindung ist für das Bestehen des Organismus von so unentbehrlicher Wichtigkeit, keine kommt so massenhaft durch seine Theile vor, als das Wasser; ohne es ist kein Leben möglich. Sehen wir ab von dem als Hydrat- und Krystallwasser vorkommenden, so dient das Wasser dem Organismus einmal durch sein Lösungsvermögen für eine Menge seiner Körperbestandtheile. Durch dieses wird es ferner ermöglicht, dass ein Stoffwechsel vorkommt; in ihm gelöst gelangen die Nahrungsmaterialien in das Blut und die Gewebe; durch dasselbe aufgenommen gehen die unbrauchbar gewordenen Bestandtheile aus dem Körper davon. Seines Absorptionsvermögens für Gase haben wir schon im vorigen § gedacht.

Der Wassergehalt des Körpers ist im Allgemeinen ein sehr bedeutender; für die höheren Thiere im Zustande der Reife etwa im Mittel um 70 % betragender, während er bei Embryonen noch viel höher ausfällt, 87 bis 90 % und mehr erreicht. Beim Neugeborenen und dem jungen Geschöpfe sinkt er demnach allmälich herunter, während der Gehalt an festen organischen Stoffen wie an Mineralbestandtheilen eine fortgehende Steigerung erfährt (*Schlossberger*, *Bezold*[1]). Dass der Wassergehalt der einzelnen Körpertheile wiederum ausserordentlich schwankt, versteht sich von selbst und wird später bei diesen zu genauerer Besprechung gebracht werden müssen. Vorläufig möge hier nur noch die Bemerkung ihren Platz finden, dass wie das Wasser auf der einen Seite als Auflösungsmittel zahlreicher anorganischer und organischer Substanzen das chemische Geschehen des Körpers erst ermöglicht, so es auf der andern Seite als Imbibitionsstoff den Geweben ihr physikalisches und anatomisches Gepräge ertheilt. Die Wassermenge, welche in den weichen und halbfesten Theilen unseres Körpers enthalten ist, erscheint unverhältnissmässig gross; aber auch selbst noch in den festesten Gebilden wie den Knochen ist die Wassermenge eine nicht unansehnliche.

Sehen wir ab von dem Wasser, welches durch die Oxydationsprozesse des Körpers aus dem H organischer Substanzen innerhalb jenes erzeugt wird, so stammt das Wasser von Aussen, indem wir es mit Nahrung und Getränk aufnehmen.

Der Wechsel des Wassers im Körper ist ein höchst beträchtlicher. Täglich verdunsten an der Körperoberfläche, ebenso durch die Oberfläche der Lungen ansehnliche Mengen Wassers, täglich werden sehr beträchtliche Mengen durch den Harn entleert. Vielfach führen wir unter unsern Lebensverhältnissen grosse Wasserüberschüsse in den Körper ein, welche in beinahe unbegränzter Weise in die Blutbahn resorbirt werden, um baldigst wieder, besonders durch den Harn, unsern Leib zu verlassen. Zu diesem Kreislauf des Wassers durch unsern Körper kommt noch die sogenannte »intermediäre Wassercirculation«, wie *Bidder* und *Schmidt*[2]) den Vorgang bezeichnet haben; ein namhafter Austritt von Wasser aus dem Blut in den Verdauungssäften (Galle, Speichel, Magen-, Darm- und pankreatischer Saft) und eine nachherige Resorption dieses Wassers vom Darmrohr zurück in das Blut.

Salzsäure H Cl.

Sie ist frei nur im Magensafte vorhanden.

Kieselsäure Si O_2.

Dieser in der Natur so sehr verbreitete Körper erscheint ebenfalls unter den Mischungsbestandtheilen des thierischen Leibes, ist jedoch beim Menschen nur in sehr geringer Menge vorhanden.

Kieselsäure entweder frei oder in ihren Salzen hat man angetroffen im Blute des Menschen (*Millon*[3]), dem Speichel, dem Harn, der Galle, den Exkrementen; ebenso in Gallen- und Harnsteinen, sowie in den Knochen und Zähnen. Am reichsten an ihr aber unter allen Theilen des menschlichen Organismus sind die Haare, wie *Gorup-Besanez*[4]) fand. Noch reicher erscheinen an unserer Substanz die Federn der Vögel.

Die Kieselsäure gelangt mit den Nahrungsmitteln und dem Trinkwasser in den Organismus und verlässt diesen zum Theil unmittelbar durch den Darmkanal, während ein anderer Rest in das Blut resorbirt wird, um später in den Drüsensekreten aufzutreten.

Eine physiologische oder anatomische Bedeutung der Kieselerde für den menschlichen Körper kennen wir nicht. Bei niederen Thieren kann sie als Erhärtungsmaterial auftreten.

Anmerkung: 1) a. a. O. O. — 2) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. — 3) *Journ. de Phys. et de Chim. 3ème Série. Tome* 13. *p.* 86. — 4) Annalen Bd. 66. S. 321.

§ 59.

Kalkverbindungen.

Die Kalkerde CaO, welche neben dem Natron die wichtigste anorganische Base des Körpers darstellt, kommt in mehrerlei Verbindungen vor, nämlich als phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk, sowie als Chlor- und Fluorcalcium.

Phosphorsaurer Kalk.

Bekanntlich kommt Phosphorsäure PO_5 in verschiedenen Modifikationen vor, von welchen aber nur die gewöhnliche oder dreibasische Phosphorsäure im Organismus auftritt. Diese geht mit 3 Aeq. Base Verbindungen zu neutralen, mit 2 oder nur einem Aeq. Base dagegen Vereinigungen zu sauren Salzen ein, wie dann auch mit Kalkerde mehrere Verbindungen vorkommen. Die eine ist der neutrale phosphorsaure Kalk mit 3 Aeq. CaO, ein anderes Salz enthält nur 2 Aeq. CaO und ein Aeq. basisches Wasser. Ferner hat man noch einige Salze mit geringerem Kalkgehalte.

Neutraler phosphorsaurer Kalk $3CaO. PO_5 + 2HO$,

in Wasser fast unlöslich, wohl aber etwas lösbar von solchem, welches Kohlensäure enthält, ebenso in den Solutionen der Ammoniaksalze, des Kochsalzes und des thierischen Leimes. Er bildet, wie man erst in neuerer Zeit erfahren hat, das in den Knochen und Zähnen vorkommende Salz und dürfte wohl noch in weiterer Verbreitung durch den Thierkörper vorkommen.

Phosphorsaure Kalkerde überhaupt tritt allerdings in sehr verschiedenen Mengen in allen festen und flüssigen Theilen des Organismus auf. Da wo sie in diesem massenhaft vorkommt, bildet sie den wichtigsten Erhärtungsstoff des Thierleibes. Ihre Ausscheidungen bleiben dabei aber immer amorph.

So hat man phosphorsaure Kalkerde im Blute, Harn, Magensaft, Speichel, im Sperma, der Milch nachgewiesen; ebenso in den die Organe durchtränkenden Flüssigkeiten. Dann ist, wie schon früher erwähnt wurde, der phosphorsaure Kalk ein starker Begleiter der histogenetischen Stoffe und erscheint mit denselben in den Geweben unseres Körpers. In grosser Menge kommt er hier in den Knochen vor, den Hauptbestandtheil des Erhärtungsmateriales dieser Theile, der sogenannten Knochenerde, ausmachend. In noch grösserer Menge tritt unsere Kalkverbindung in dem Schmelz der Zähne auf, der härtesten Substanz des Thierkörpers.

Die Frage was unser Kalksalz in den neutralen und alkalischen Flüssigkeiten des Körpers gelöst erhalte, ist schon oben bei den Löslichkeitsverhältnissen der neutralen phosphorsauren Kalkerde grösstentheils er-

örtert worden. Ein Theil derselben folgt, den Proteinstoffen innig anhängend, diesen bei ihren Lösungen in die Körpersäfte.

Der phosphorsaure Kalk wird mit den Nahrungsmitteln von Aussen aufgenommen.

Die phosphorsaure Kalkerde muss als unentbehrliche Begleiterin der Körpergewebe angesehen werden, so dass wir ihr histogenetische Bedeutung zuzuschreiben haben.

Kohlensaurer Kalk $CaO. CO_2$.

Als Erhärtungsmittel erscheint gleich dem vorhergehenden Kalksalze diese Verbindung amorph in den Knochen und Zähnen, doch nur in untergeordneter Menge. Daneben treffen wir es in einigen thierischen Flüssigkeiten, wie dem Speichel und dem alkalischen Harne. Krystallinisch zeigt sich der kohlensaure Kalk im innern Gehörorgan beim Menschen, die sogenannten Gehörsteine oder Otolithen bildend. Häufiger kommt er im Körper niederer Wirbelthiere vor; so z. B. bei Fröschen auf den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks, auf der vorderen Seite der Wirbelsäule an der Austrittsstelle der Spinalnerven.

Fig. 31.



Otolithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk (nach *Funke*).

Die Otolithen (Fig. 31) stellen kleine Krystalle dar von kurzer dicker Säulchenform und zwar in der Kombination eines Rhomboëders der Grundform mit dem hexagonalen Prisma; doch mitunter auch als reine Rhomboëder oder Skalenoëder.

Was den kohlensauren Kalk in den Flüssigkeiten des Körpers gelöst erhält, ist noch nicht sicher dargethan. Am nächsten muss wohl der Gedanke an die in jenen diffundirte Kohlensäure als ein Lösungsmittel unseres Salzes liegen. Eine andere physiologische Bedeutung desselben als die eines Erhärtungsmittels zweiten Ranges für den Leib der höheren Thiere kennen wir zur Zeit nicht.

Der kohlensaure Kalk wird theils als solcher von aussen aufgenommen, theils durch die Entstehung der Kohlensäure als eines Zersetzungsproduktes (s. oben) erst im Organismus gebildet.

Chlorcalcium Ca Cl.

Es ist von ganz untergeordneter Bedeutung und zur Zeit nur im Magensafte angetroffen worden (*Braconnot*[1]).

Fluorcalcium Ca Fl.

Das Fluorcalcium erscheint im Zahnschmelze, ebenso in geringer Menge in den Knochen. In Spuren vielleicht im Blute, der Milch und dem Harn, ebenso in dem Speichel, der Galle, sowie den Haaren (*Nikles*[2]). Man schreibt ihm, aber wohl ohne Grund, die Härte und den porzellanartigen Glanz des Zahnschmelzes zu. Es wird als solches von aussen aufgenommen.

Anmerkung: 1) *Ann. de Chim. et de Phys. Tome* 19. *p.* 348. — 2) *Compt. rend. Tome* 58. *p.* 885.

§ 60.

Magnesiaverbindungen.

Es erscheint die Talkerde unter ähnlichen Verhältnissen mit Phosphorsäure verbunden wie der im vorigen § erwähnte Kalk. Die Menge unserer Base ist aber fast überall eine geringere als die Quantität der Kalkerde.

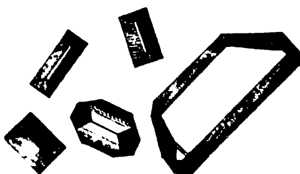
Phosphorsaure Magnesia $3 MgO . PO_5 + 5 HO$ oder $2 MgO . HO . PO_5 + 14 HO$.

Wir vermögen noch nicht anzugeben, welches dieser beiden Magnesiasalze im Thierkörper vorkommt. — Gleich dem phosphorsauren Kalk trifft man die entsprechende Talkerdeverbindung in allen Flüssigkeiten, sowie in den festen Theilen des Leibes an. Ebenso bildet sie einen, aber sehr untergeordneten Erhärtungsbestandtheil der Knochen und Zähne. Interessant ist das Ueberwiegen der phosphorsauren Magnesia über die entsprechende Kalkverbindung im Muskel (*Liebig*). Sie stammt als solche von aussen und wird bei pflanzlicher Nahrung dem Körper im Ueberschusse dargeboten, so dass der grössere Theil unaufgesogen den Darmkanal durchwandert.

Phosphorsaure Ammoniakmagnesia $2 MgO . NH_4O . PO_5 + 12 HO$.

Bei fäulnissartiger Zersetzung, überhaupt bei jeder Erzeugung von Ammoniak im Organismus, verbindet sich dieses mit der phosphorsauren Talkerde zu einem krystallinischen Körper, der sogenannten phosphorsauren Ammoniak-Magnesia. Diese (Fig. 32) zeigt uns eine rhombische Grundform und erscheint am gewöhnlichsten als dreiseitiges Prisma mit Abstumpfung der beiden einer Seitenkante entsprechenden Ecken, in der sogenannten Sargdeckelform. Weitere Aenderungen kommen in diese Krystallisationen

Fig. 32.



Krystalle der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia.

hinein durch die Abstutzung zweier polar entgegenstehender Ecken, endlich noch durch die der beiden (letzten) noch übrigen Ecken.

Die Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia erscheinen im Kothe, dem alkalischen Harn und in allen faulenden thierischen Theilen.

Kohlensaure Magnesia.

Sie besitzt für das thierische Leben nur eine sehr untergeordnete Bedeutung und kommt vor im Harn der Pflanzenfresser, hier wohl als doppelt kohlensaures Salz HO. MgO. $2CO_2$, sowie vielleicht in den Knochen. Es ist nämlich sehr schwer zu entscheiden, ob in letzteren Theilen das kohlensaure oder phosphorsaure Salz enthalten ist.

Chlormagnesium Mg Cl.

Es soll im Magensafte erscheinen.

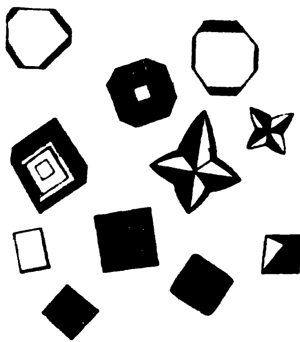
§ 61.

Natronverbindungen.

Während nach dem § 59 Angeführten die Kalkverbindungen zum Theil die Natur der Erhärtungsmaterialien des Thierleibes besitzen, geht eine solche Bedeutung nach allem, was wir wissen, den Natronsalzen völlig ab. Sie scheinen dagegen chemisch in das Geschehen des Körpers einzugreifen, ohne dass wir jedoch darüber gegenwärtig einen irgendwie genügenden Aufschluss besässen. — Dass Natron selbst mit den Proteinkörpern des Organismus vereinigt ist und diese hierdurch in Lösung gehalten werden, haben wir S. 22 und 26 angeführt, ebenso dass unsere Base mit den beiden gepaarten Gallensäuren verbunden den Hauptbestandtheil in dieser wichtigen Absonderung ausmacht (S. 78 und 79).

Chlornatrium, Kochsalz Na Cl.

Fig. 33.



Verschiedene Krystallformen des Kochsalzes, meistens aus thierischen Flüssigkeiten (zum Theil nach *Funke*).

Dieses im Wasser leicht lösliche Salz, welches im Körper mit Ausnahme von dessen Oberfläche niemals Gelegenheit zu krystallinischer Abscheidung findet, erscheint (Fig. 33) in Würfeln, oft mit treppenartig vertieften Flächen, bisweilen in quadratischen Prismen. Es nimmt aber bei Gegenwart von Harnstoff die Form des Oktaëders und nach *Schmidt* auch die des Tetraëders an.

Kochsalz kommt in allen festen Theilen des Leibes und in allen thierischen Flüssigkeiten vor. Die Menge unseres Salzes in den einzelnen Säften ist eine wechselnde, selten aber 0,5 % überschreitende. Am ärmsten an Chlornatrium unter allen ist die den

Muskel durchtränkende Flüssigkeit. Ebenso sehen wir auf der andern Seite, dass die Thiersäfte, auch bei starker Zufuhr unseres Salzes, eine ziemlich konstante Menge desselben bewahren, so dass die Ueberschüsse baldig durch den Harn den Körper verlassen. Nicht minder different an Chlornatrium erscheinen die festen Theile des Organismus; ungewöhnlich arm an ihm sind die Blutzellen, reich die Knorpel. Höchst interessant für die Bedeutung unseres Stoffes erscheint der aus den Untersuchungen von *Bidder* und *Schmidt*[1]) hervorgegangene Umstand, dass verhungernde Thiere bald gar kein Kochsalz mehr durch den Urin aus dem Körper ausführen, so dass die Gewebe und Säfte eine gewisse Menge desselben als unentbehrlichen Bestandtheil auf das Hartnäckigste zurückhalten. Ebenso besitzt die Pathologie Erfahrungen, wo bei massenhaften Zellenbildungen exsudirter Massen die Kochsalzausfuhr durch den Harn fast völlig cessirt, indem ein ungewöhnlicher Bedarf des Chlornatriums für den plastischen Prozess jetzt erfordert wird (*Heller*, *Redtenbacher*). Endlich kann hier an die Erfahrungen, welche man bei Haussäugethieren gemacht hat. erinnert werden, bei denen eine reichlichere Kochsalzfütterung die ganze Ernährung begünstigt (*Boussingault*).

Schon das so eben Erwähnte muss uns dahin leiten, dem Kochsalz die Natur eines Nahrungsmittels und eines histogenetischen, für die thierischen Gewebe und Säfte unentbehrlichen Körpers zuzuschreiben. Wenn es sich nun aber um seine Bedeutung im Einzelnen handelt, so wäre darüber zur Zeit etwa Folgendes festzuhalten.

Den Proteinkörpern haftet auf das innigste eine Portion unseres Salzes an. Das Eiweiss dürfte durch dasselbe mit in seiner Löslichkeit erhalten, ebenso in seiner Koagulation durch wechselnde Kochsalzmengen bestimmt werden. Die Gerinnung des Fibrins erfährt durch Na Cl eine Verlangsamung. Reines Kasein wird von ihm gelöst. Während es so manche der wichtigsten Körperbestandtheile flüssig zu erhalten vermag, scheint es die Lösung anderer, wie des Zelleninhaltes der Blutkörperchen (des Hämatins und Globulins) zu beschränken. Ueberhaupt müssen wir dem Chlornatrium eine wichtige Rolle bei den endosmotischen Vorgängen des Organismus vindiziren. Dass Kochsalz beim Aufbau der Gewebe als nothwendiger Faktor sich betheiligt, erhellt schon aus einzelnen unserer früheren Bemerkungen und wird noch durch den hohen Chlornatriumgehalt mancher zelliger Gewebe, der Knorpel, der Krebsgeschwülste, des Chylus und Eiters bestätigt.

Kohlensaures Natron.

Kohlensaures Natron erscheint sehr häufig beim Einäschern thierischer Stoffe, ohne dass wir in ihm etwas anderes als ein Verbrennungsprodukt sehen dürften.

Es bildet dagegen einen Bestandtheil mehrerer alkalischer Flüssigkeiten, so des Blutes, der Lymphe und des Harns der Pflanzenfresser.

Liebig[2]) zeigte zuerst, dass die entsprechende Natronverbindung als Bikarbonat, doppelt HO. NaO. $2 CO_2$, im Blute vorkomme und schrieb ihm eine höchst wichtige Rolle beim Athmungsprozess zu, nämlich Träger der Kohlensäure zu sein, indem der dem Blute zugemischte Sauerstoff das eine Aequivalent Kohlensäure aus der Verbindung gleich dem Wasserstoffgas austreibe. Auf der andern Seite werden wir demnach das einfach kohlensaure Natron NaO. CO_2, ebenso das anderthalbfache kohlensaure Natron 2 NaO. $3 CO_2$ erwarten müssen.

Die Bedeutung des kohlensauren Natron, für den Organismus dürfte eine hohe sein. Einmal ist es nach dem Ebenerwähnten Träger der durch den respiratorischen Prozess gebildeten Kohlensäure und somit zur Wegfuhr derselben dienend. Dann ist es ein Lösungsmittel verschiedener Proteinkörper, worüber das früher Gesagte zu vergleichen.

Nach dem eben Bemerkten wird der grössere Theil des kohlensauren Natrons im Organismus erzeugt, ein geringerer Theil von aussen eingeführt sein.

Phosphorsaures Natron HO. 2 NaO. PO_5 und 2 HO. NaO. PO_5.

Gleich dem später zu besprechenden Kalisalze geht die gewöhnliche Phosphorsäure mit Natron dreierlei Verbindungen ein, das neutrale phosphorsaure Natron 3 NaO. PO_5, das saure mit 2 Aeq. Base HO. 2 NaO. PO_5 und das saure Salz mit einem Aeq. Base 2 HO. NaO. PO_5. Die erstere Verbindung dürfte nicht wohl im Organismus vorkommen, so dass es sich nur um die beiden letzteren hier handelt. Von diesen ist jedenfalls das zweibasische Salz das verbreitetere.

Phosphorsaures Natron erscheint in sehr weiter Verbreitung durch den Körper. Man hat es angetroffen im Blute, der Milch, der Galle, dem Harn; in den Geweben. Es dürfte manche Stoffe in Lösung halten, so Kasein, Harnsäure, und ebenso eine allerdings noch nicht aufgeklärte Rolle bei der Gewebebildung spielen.

Schwefelsaures Natron NaO. SO_3.

Gleich schwefelsauren Alkalien überhaupt kommt dieses Natronsalz in thierischen Flüssigkeiten vor, namentlich im Harn, ebenso erscheint es im Kothe. Es fehlt dagegen wichtigen Sekreten, wie dem Magensafte, der Galle und der Milch gänzlich. Wir können ihm gleich den anderen schwefelsauren Salzen des Körpers keinerlei histogenetische Bedeutung zuschreiben, vielmehr nur die Natur eines Zersetzungsproduktes, indem der Schwefel der Proteinkörper und ihrer Verwandten zu Schwefelsäure oxydirt und die Kohlensäure des Natronsalzes austreibt.

Mit dem eben Angeführten ist einmal in Uebereinstimmung die Beobachtung, dass schwefelsaure Salze von aussen eingeführt den Körper bald verlassen, ebenso die Erfahrung andererseits, dass ihre Menge im

Urin in Folge von Fleischdiät steigt (*Lehmann*); sowie der schon früher bei dem Taurin (s. oben S. 72) erwähnte Umstand, dass der Schwefel dieses Stoffes durch Fermentwirkung als schweflige Säure frei wird, welche später zur Schwefelsäure oxydirt (*Buchner*).

Anmerkung: 1) *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. — 2) Handwörterbuch der Chemie. Bd. 1. S. 901.

§ 62.

Kaliverbindungen.

Ihre Bedeutung ist im menschlichen Körper eine untergeordnete, was mit der Art der Nahrung zusammenhängen dürfte. Aber auch bei Pflanzenfressern bewahrt das Blutserum den Ueberschuss an Natronsalzen, ebenso erhält sich Natron als Base der Galle. Doch sehen wir in einzelnen Theilen des Organismus die Kaliverbindungen merkwürdigerweise über diejenigen des Natron beträchtlich vorwiegen oder statt letzterer geradezu vorkommen, so in den Blutzellen (*Schmidt*) und in der die Muskeln durchtränkenden Flüssigkeit (*Liebig*[1]).

Chlorkalium K Cl.

Es findet sich in geringer Menge neben Kochsalz in den thierischen Flüssigkeiten, beim Menschen spärlicher als bei Pflanzenfressern. Dagegen überwiegt es in der Blutzelle, ebenso ersetzt es jenes Salz in der Muskelflüssigkeit.

Kohlensaures Kali.

Es kommt wahrscheinlich in geringerer Menge mit kohlensaurem Natron in einigen thierischen Flüssigkeiten vor; im Harn der Pflanzenfresser wahrscheinlich als Bicarbonat HO. KO. $2 CO_2$.

Phosphorsaures Kali 2HO. KO. PO_5 oder HO. 2KO. PO_5.

Es steht dahin, welche Verbindung der gewöhnlichen Phosphorsäure mit Kali im Körper auftritt, ob das saure, welches 1 Aeq. Base und 2 Aeq. Wasser enthält oder das sogenannte zweibasische, wo 2 Aeq. Base auf ein Aeq. Wasser kommen.

Erscheint in der Fleischflüssigkeit (*Liebig*).

Schwefelsaures Kali KO. SO_3.

Es erscheint wohl neben dem entsprechenden Natronsalz unter ähnlichen Umständen im Körper.

Ammoniaksalze.

Das physiologische Geschehen des Organismus führt verhältnissmässig geringe Ammoniakbildung mit sich, so dass es in dieser Hinsicht

mit der fäulnissartigen Zersetzung einen Gegensatz bildet. Die Ammoniumverbindungen des Körpers können verschiedene sein, obgleich wir zur Zeit nicht im Stande sind, sie näher zu bestimmen.

Chlorammonium $NH_4.Cl$.

Es steht dahin, wie weit es oder das kohlensaure Salz im Organismus vertreten ist.

Kohlensaures Ammoniumoxyd.

In der ausgeathmeten Luft, im zersetzten Harn, dem Blute, den Lymphknoten und Blutgefässdrüsen. Die hier in Betracht kommenden Verbindungen sind das anderthalbfache kohlensaure Ammoniumoxyd $2NH_4O.3CO_2$ und das doppelt kohlensaure Salz $HO.NH_4O.2CO_2$.

Eisen Fe und **Eisensalze**.

Dieses Metall erscheint in weitester Ausdehnung durch den Organismus und wohl in allen Theilen desselben; ebenso kommt es in verschiedenen Verbindungen vor. Der weit verbreitete Körper wird uns durch die Nahrungsmittel in überschüssiger Menge zugeführt.

In einer nicht näher bekannter Weise tritt Eisen in die Zusammensetzung des wichtigsten thierischen Farbestoffes, des Hämatins (S. 83), ein; ebenso sind der Harnfarbestoff und das Melanin eisenhaltig (S. 87). Ein an Eisen reicher Eiweisskörper scheint in der Milz vorzukommen (*Scherer*[2]).

Eisenchlorür Fe Cl

soll im Magensafte enthalten sein; bei Hunden (*Braconnot*[3]).

Phosphorsaures Eisenoxyd

wird vielfach als Eisensalz des lebenden Körpers, aber doch wohl nicht mit genügender Sicherheit, angenommen.

Wir halten hinsichtlich des Vorkommens fest, dass alle blutführenden Theile des Körpers Eisen enthalten müssen, ebenso hat man es in Chylus und Lymphe, im Harn, Schweiss, der Galle, der Milch, endlich in den Haaren, Knorpeln und andern festen Geweben getroffen.

Mangan Mn.

Als Begleiter des Eisens gelangt dieses Metall in den Organismus und findet sich hier in sehr geringer Menge als Mischungselement, ohne dass wir ihm wohl eine andere Bedeutung als die eines zufälligen Bestandtheils vindiziren dürfen.

In welchen Verbindungen es im Körper vorkommt, wissen wir nicht. Man hat es in den Haaren, in Gallen- und Blasensteinen angetroffen.

Kupfer Cu.

Das Kupfer ist im Blute, in der Galle und den Gallensteinen des Menschen gefunden worden.

Mit dem Vorkommen unseres Metalls haben sich verschiedene Chemiker beschäftigt. Manche Angaben scheinen zweifelhaft. Die Leber ist das zur Ausfuhr des Kupfers dienende Organ[4]) und desshalb unser Metall in ihr wohl stets enthalten.

Anmerkung: 1) Man vergl. hierzu *Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau 1850. S. 80. und *Liebig* in den Annalen Bd. 62. S. 257. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 299. — 3) *Erdmann*'s Journal Bd. 7. S. 197. — 4) S. die Untersuchungen von *Langenbeck* und *Staedeler* in den Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich. Bd. 4. S. 108.

2. Formbestandtheile.

A. Die Zelle.

§ 63.

Die Anatomen der neueren Zeit, welche mit Hülfe unseres so sehr verbesserten Mikroskops den feineren Bau des thierischen und menschlichen Körpers zu ergründen strebten, sind bei aller Verschiedenartigkeit ihrer sonstigen wissenschaftlichen Anschauungen zu dem Resultate gelangt, dass das wichtigste Formelement des Organismus die sogenannte Zelle, *Cellula*, sei. War auch schon bei manchen Beobachtern früherer Epochen unser Gebilde unter dem Namen eines Bläschens in seiner Bedeutung geahnt worden, so bleibt es ein unvergängliches Verdienst von *Schwann*, die Zelle als Ausgangspunkt des Thierkörpers in voller Bedeutung zuerst erfasst zu haben (s. oben S. 7). Das gegenwärtige Wissen drängt die Forscher mehr und mehr zur Bestätigung des *Schwann*'schen Satzes, dass die Zelle einzig und allein als ursprüngliches Formelement unseres Leibes betrachtet werden müsse und dass alle übrigen Elementartheile, wie sie der reife Körper aufzuweisen habe, in letzter Instanz von der Zelle abzuleiten seien.

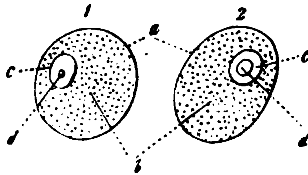
Es wird demnach vor allen Dingen sich darum handeln, die Begriffe von Formbestandtheil und Zelle zu entwickeln.

Unter Formbestandtheilen, Formelementen, Elementartheilen oder Elementargebilden verstehen wir nun keineswegs, wie man durch den Namen verleitet werden könnte, anzunehmen, die kleinsten, mit dem Mikroskop eben noch zu erkennenden körperlichen Theilchen, wie sie uns in der Gestalt von Körnchen, Bläschen, Krystallen entgegentreten. Formbestandtheil ist vielmehr für uns die letzte — oder, wenn man die entgegengesetzte Auffassung vorziehen will, die erste — anatomische Einheit, die Verbindung kleinster Theilchen zu dem kleinsten organischen Apparate. Formbestandtheile sind die ersten Repräsentanten des organischen Geschehens; sie stellen mithin wie anatomische, so auch physiologische Einheiten dar.

Was nun aber ist die Zelle? Diese Frage lässt sich nicht mit wenigen Worten, sondern nur durch eine längere Umschreibung beantworten.

Zelle (Fig. 34) ist für uns ein mikroskopisch kleiner, ursprünglich kugliger, vielfach aber zu anderen Gestalten übergeführter Körper mit einer Verschiedenheit zwischen Schale und Inhalt, sowie mit einem besondern centralen Gebilde, Theilen, welche besondere Namen tragen. Die Schale heisst nämlich Zellenmembran, Zellenhülle (*a a*); der von ihr umschlossene Inhalt der Zelle trägt den Namen des Zelleninhaltes (*b b*), während das in letzterem befindliche centrale Gebilde mit der Benennung des Kerns, *Nucleus* (*c c*), versehen worden ist. Ein in letzterem befindliches kleines punktförmiges Körperchen hat endlich die Benennung von Kernkörperchen, Kernchen, *Nucleolus* (*d d*) empfangen.

Fig. 34.



Zwei Zellen von kugliger und ovaler Form. Bei *a a* die Zellenmembranen, bei *b b* der Zelleninhalt, bei *c c* die Kerne mit den Kernkörperchen *d d*.

Während uns demnach die anatomischen Merkmale zur Umgrenzung des Zellenbegriffs die ersten und wichtigsten Anhaltepunkte darbieten mussten, können die physiologischen Eigenschaften hierbei nicht übergangen werden. Sie zeigen uns die Zelle als ein mit besonderen Energien begabtes, mit den Eigenthümlichkeiten des Organischen ausgestattetes Gebilde, mit dem Vermögen der Stoffaufnahme, der Stoffumwandlung und -abgabe, mit der Fähigkeit des Wachsthums, der Gestaltveränderung und Verwachsung oder Verschmelzung mit seines Gleichen. Die Zelle besitzt ferner unläugbar, — mag man auch über die Ausdehnung dieses Vermögens im Einzelnen verschiedener Meinung sein — die Fähigkeit der Vermehrung, der Erzeugung einer Nachkommenschaft. Seltener kommen zu diesen mehr in der Sphäre der sogenannten vegetativen Prozesse ablaufenden Thätigkeiten an unserem Gebilde markirte Bewegungserscheinungen vor, die Zelle wird kontraktil.

Es sind höchst wichtige beziehungsreiche Erwerbungen der neueren Wissenschaft, dass einmal die Masse, aus welcher die Körper aller höheren Thiere hervorgehen, das Ei nämlich, die Bedeutung einer Zelle besitzt[1]), so dass hiernach der Anfang eines jeden Thierleibes, auch des höchsten und zusammengesetztesten, einmal aus einer einzigen Zelle bestanden hat. Während in dieser Weise die Zelle der Ausgangspunkt des thierischen Lebens genannt werden muss, hat uns die Naturforschung mit Geschöpfen bekannt gemacht von so einfacher Organisation, dass ihr ganzer Körper nichts anderes als eine selbständig gewordene Zelle darstellt und dass mithin ihre ganze Existenz in dem engen Rahmen der Zellenthätigkeit ablaufen muss. Es gehören hierher namentlich die sogenannten Gregarinen[2]). — Endlich wissen wir, gestützt auf *Schleiden*'s geniale Untersuchungen und die Arbeiten *Schwann*'s[3]), dass

auch für den pflanzlichen Organismus die Zelle eine analoge Bedeutung besitzt, wie für den Thierleib. Die Botaniker haben uns gleichfalls mit einzelligen Pflanzen, wie die Anatomen mit einzelligen Thieren, bekannt gemacht.

Anmerkung: 1) Es mag genügen, vorläufig auf *R. Wagner's Prodromus historiae generationis. Lipsiae* 1836 zu verweisen. — 2) Die Gregarinen, welche uns namentlich durch die Arbeiten von *Stein*, *Koelliker* und *Frantzius* näher verständlich geworden sind, nachdem zuerst *Siebold*, *Henle* u. A. hier Bahn gebrochen hatten, müssen unserer Meinung nach auch gegenüber manchen Einwänden der neuesten Zeit so aufgefasst werden, obgleich bei ihren höheren Gliedern Eigenthümlichkeiten zu erscheinen anfangen, welche bei den verwandten Klassen der Rhizopoden und Infusorien in stärkerer und immer stärkerer Ausbildung hervortreten, so dass man diese letzteren nicht mehr als »einzellige Thiere« betrachten darf, wie es von *Siebold* und *Koelliker* versucht worden ist. Doch halten wir auf der andern Seite die »Mehrzelligkeit« dieser einfachen Wesen, wie sie *Leydig* (Lehrbuch der Histologie S. 15) und Andere vertheidigen, für einen Irrthum. — Nur Geschöpfe, welche aus dem Haufen der Furchungszellen eines Eies entstehen (was aber bei keinem Protozoon vorkommt) können als mehrzellige angesehen werden. Da wir auf diesen Gegenstand hier nicht weiter einzutreten vermögen, verweisen wir auf einen kleinen Aufsatz: *Frey*, das einfachste thierische Leben, eine Skizze im dritten Band der Zeitschrift des wissenschaftlichen Vereins in Zürich. 1858. S. 1. — 3) Vergl. das schon früher citirte Werk von *Schwann*, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839.

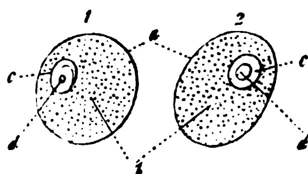
§ 64.

Wenden wir uns jetzt zu einer genaueren Analyse der Zelle, so müssen wir festhalten, dass dieselbe, wenn sie auch in den frühen Perioden des Embryonallebens eine gewisse Gleichartigkeit darbietet, doch im Laufe der Ausbildung unseres Körpers die manchfachsten Formen anzunehmen, ebenso einen ganz verschiedenen Inhalt zu gewinnen vermag, so dass sie nicht selten zu einem Ansehen gelangt, welches sich von dem im vorigen § vorgeführten Schema unseres Bildes sehr weit, ja bis zur Unkenntlichkeit entfernen kann.

1) Achten wir zuerst auf die Grösse der Zellen, so bleiben letztere im Körper des Menschen, sowie auch fast überall bei Thieren, innerhalb mikroskopischen Ausmaasses. Die kleinsten Zellen, wie sie uns z. B. in den Blutkörperchen vorliegen, zeigen einen Durchmesser von nur 0,0025—0,003‴, während das grösste Zellengebilde unseres Leibes, das Ei, über 0,1‴ zu erreichen vermag. Zwischen diesen Extremen steht nun die grosse Mehrzahl der Zellen mit Durchmessern von 0,005—0,01‴. Zellen von 0,03 bis 0,05‴, wie sie z. B. im Fett- und Nervengewebe vorkommen können, müssen schon sehr gross genannt werden. Wir sehen also, dass das wichtigste Formelement unseres Körpers im Allgemeinen in einer recht bedeutenden Kleinheit uns entgegentritt.

2) Gehen wir jetzt zu der Gestalt der Zelle über, so stossen wir hier gleichfalls auf höchst bedeutende Schwankungen. Die Grundform der Zelle (Fig. 35) ist diejenige einer Kugel oder eines der Kugelgestalt nahe kommenden Körpers.

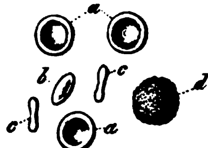
Fig. 35.



Kuglige Zellen.

Von dieser Grundgestalt der Zelle gelangen wir durch Kompression und Abflachung nach entgegengesetzten Dimensionen zu zwei anderen leicht abzuleitenden Formen, der abgeflachten und der hohen schmalen Zelle.

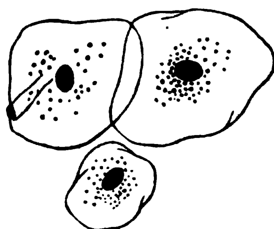
Fig. 36.



Scheibenförmige Zellen des Blutes vom Menschen *a a a*. Bei *b* halb von der Seite, bei *c* gänzliche Seitenansicht. Daneben bei *d* eine kuglige farblose Zelle.

Die abgeflachten Zellen, aus einer Abplattung der kugligen Grundform entstehend, treten einmal als Scheiben auf (Fig. 36), wie wir sie in den farbigen Zellen des menschlichen und Säugethierbluts finden, oder sie werden bei einer noch weiter vorgeschrittenen Abflachung zu platten- oder schüppchenartigen Gebilden (Fig. 37), wie wir sie z. B. als Epithelien mancher Körpertheile antreffen. Dass die abgeflachten Zellen allmählich ohne scharfe Grenze in die kuglige Zellenform übergehen, versteht sich von selbst und bedarf eigentlich keiner Erwähnung.

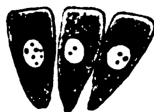
Fig. 37.



Ganz flache schüppchenartige Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen.

Erfahren unsere Gebilde dagegen eine seitliche Kompression, so erhalten wir in einem bald mehr cylindrischen, bald mehr kegelförmigen Ansehen die hohe, schmale Zelle (Fig. 38). Dass sie in sehr verschiedenen Modifikationen wiederum aufzutreten vermag, werden wir später bei der Betrachtung der einzelnen Gewebe erfahren. Als eine, allerdings unwesentliche Modifikation können wir die spindelförmige, d. h. schmale, an beiden Enden zugespitzte Zelle ansehen (Fig. 39).

Fig. 38.

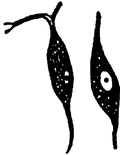


Schmale Zellen, wie sie das sogenannte Cylinderepithelium bildet.

Während die spindelförmige Zelle uns zwei nach entgegengesetzten

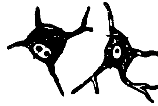
Enden verlaufende Ausläufer erkennen lässt, können solche Fortsätze an thierischen Zellen in Mehrzahl vorkommen und sich abermals verzweigen. Wir erhalten so die sternförmige Zelle (Fig. 40), eine der sonderbarsten Gestalten, in welchen unser Gebilde aufzutreten vermag.

Fig. 39.



Spindelförmige Zellen aus unreifem Bindegewebe.

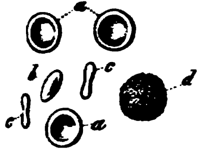
Fig. 40.



Sternförmige Zellen.

3) Was ferner den Inhalt der thierischen Zellen betrifft, d. h. die Masse, welche den Raum zwischen Kern und Membran oder die Zellenhöhle erfüllt, so tritt derselbe ebenfalls keineswegs gleichartig, vielmehr wiederum manchfach wechselnd auf, so dass auch hierdurch das Bild der Zelle eine nicht unbeträchtliche Verschiedenartigkeit zu erlangen vermag. Verhältnissmässig nur selten finden wir den Hohlraum der Zelle von einer ganz homogenen, d. h. aller körperlichen Theilchen entbehrenden Flüssigkeit erfüllt. So erscheinen mit einer farblosen wässrigen Lösung gefüllt manchfache Zellen des embryonalen Körpers, ferner die sogenannten serumhaltigen Fettzellen; mit einer homogenen ölartigen Masse von Neutralfetten die Zellen des Fettgewebes, während eine gelbliche konzentrirte Solution von Globulin, einem Proteinkörper und Hämatin (s. oben S. 27 und 83) den Hohlraum der Blutzelle (Fig. 41) einnimmt.

Fig. 41.

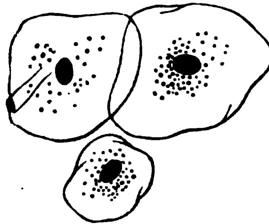


Indessen derartige, mit ganz homogener Inhaltsmasse versehene Zellen sind im menschlichen Körper verhältnissmässig selten und nur die Ausnahme bildend. In der Regel führt die thierische Zelle in ihrer Höhle geformte feste Theilchen, so vor Allem sogenannte Elementarkörnchen, d. h. sehr kleine, weit unter 0,001‴ bleibende Körperchen, welche unsern jetzigen Sehmitteln gegenüber bei ihrer Kleinheit punktförmig erscheinen, ferner Körnchen von Fetten, Tröpfchen letzterer Substanzen, oft bis zu verhältnissmässig nicht unansehnlicher Grösse, und dergleichen mehr.

Die Menge dieser körperlichen Bestandtheile des Zelleninhaltes, welche in einer mehr oder weniger durchsichtigen Masse enthalten sind, variirt wiederum ganz ausserordentlich, so dass während auf der einen Seite bei spärlicher Einhüllung mit jenen die Zelle einen

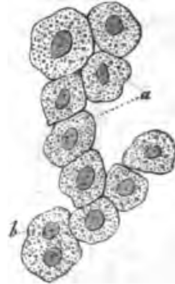
bedeutenderen Grad der Durchsichtigkeit behält (Fig. 42 und 43), sie andererntheils bei sehr reichlicher Erfüllung zu einem ganz opaken Körper sich umzuwandeln vermag, wobei Kern und Hülle verdeckt sein können.

Fig. 42.



Epithelialzellen aus der Mundhöhle des Menschen mit sehr sparsamen Körnchen des Inhalts.

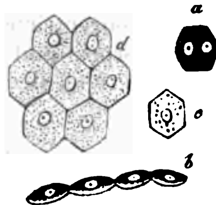
Fig. 43.



Leberzellen des Menschen mit reichlicheren Körnchen.

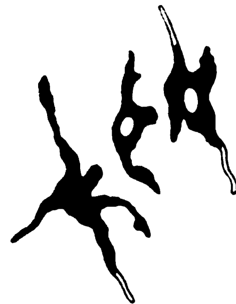
In letzterer Hinsicht führt nicht selten der schon früher (S. 87) erwähnte, in kleinen Molekülen erscheinende *schwarze Farbestoff* oder das *Melanin* sehr eigenthümliche Bilder thierischer Zellen herbei. Letztere, bei geringer Anfüllung ihrer Höhle durch das eben erwähnte Pigment, lassen ihre einzelnen Theile, Kern und Hülle, oftmals sehr schön erkennen (Fig. 44 und 45), während eine kopiöse Einlagerung des Farbestoffs der Zelle den höchsten Grad der Undurchsichtigkeit und — wir dürfen hinzufügen — der Unkenntlichkeit zu verleihen vermag.

Fig. 44.



Polyëdrische, theils von Pigment freie Zellen (*d*), theils mit sparsamen Körnern (*c*), theils mit stärkerer Anfüllung (*a*); bei *b* die Seitenansicht.

Fig. 45.

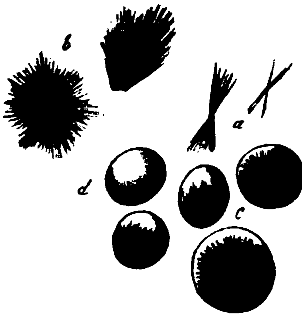


Sternförmige, mit schwarzem Pigment erfüllte Zellen.

Verhältnissmässig viel seltener treten im Innern thierischer Zellen Krystalle auf. So kommen beim Erkalten des Körpers als ein Leichenphänomen die schon oben (S. 46) erwähnten nadelförmigen Krystalle von Fett in der Höhle von Fettzellen vor (Fig. 46). Während in ihnen noch eine gerade nicht seltene Erscheinung gegeben ist, trifft man andere krystallinische Einlagerungen nur ganz spärlich und unter abnor-

men, pathologischen Verhältnissen, so z. B. Krystalle von Hämatoidin. Der Umstand, dass Stoffe, welche in den wässrigen Lösungen, wie sie der Organismus darbietet, die Krystallform annehmen, muss sie als für Gewebebildung wenig geeignet oder geradezu untauglich machen. Es wird uns diese Seltenheit der Krystalle im Zelleninhalt hiernach begreiflich, ein Gesetz, von welchem auch in den verschiedenen Gruppen der Thierwelt die so variable Zelle verhältnissmässig nur selten eine Ausnahme macht.

Fig. 46.



a b Sogenannte Margarinkrystalle; bei *c* dieselben im Inhalte der Fettzellen; bei *d* die einfache Zelle des Fettgewebes.

§ 65.

Für die weitere Charakteristik der thierischen Zelle sind noch die Hülle und der Kern übrig geblieben.

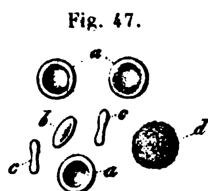
4) Die Hülle. Indem der eben besprochene Zelleninhalt an der Peripherie in Berührung mit andern Substanzen erhärtet, gelangen wir allmählich zu einer Schale oder Hülle. Diese tritt sehr häufig als ein Gebilde von grösster Zartheit und Feinheit auf, so dass eine Hülle nur durch die schärfere Begrenzung der Zelle, sowie ihr Verhalten gegen Reagentien etc. überhaupt zu erschliessen ist und nicht isolirt dargestellt werden kann. Verhältnissmässig seltener erreicht die Zellenmembran eine ansehnlichere Dicke und Festigkeit, als deren optischen Ausdruck wir eine stärkere Kontour bemerken. Solche Zellenmembranen können dann oftmals vom Inhalte abgelöst zur Darstellung gebracht werden, sei es dass wir durch einen Riss jener die Inhaltsmasse ausfliessen lassen oder dass wir durch den exosmotischen Austritt eines Theiles der letzteren über dem verkleinerten Gebilde die Hülle in Falten liegend erkennen oder dass wir auf chemischem Wege die Inhaltsmasse der Zelle extrahiren; so z. B. an den schon mehrfach erwähnten Fettzellen durch Alkohol oder Aether.

Da wo die Hülle der Zelle überhaupt schärfer ausgebildet, einer Isolirung und näheren mikroskopischen Analyse fähig ist, lassen in der Regel an ihr unsere gegenwärtigen optischen Hülfsmittel keine Oeffnungen oder Poren entdecken, wenngleich die physiologischen Vorgänge der Zelle solche voraussetzen; die Zellenmembran erscheint ganz strukturlos, vollkommen glasartig und wasserhell. Indessen ist man in neuerer Zeit auf grössere, dem Mikroskop zugängliche Poren thierischer Zellen aufmerksam geworden, ja man hat an den Eiern mancher Thiere nicht

unansehnliche, zum Eintritt der Samenelemente bestimmte Oeffnungen, sogenannte Mikropylen, angetroffen, Verhältnisse, welche später zur Sprache kommen müssen.

Gewöhnlich überkleidet die Hülle den feinkörnigen oder homogenen Inhalt der Zelle in einer Weise, dass eine glatte Kontour das Gebilde umhüllt. Andererseits treffen wir im Körper Zellen an, wo die körnige Inhaltsmasse an der Membran eine Menge feiner höckriger Auftreibungen hervorruft. Nach dieser Verschiedenheit kann man zwischen glattrandigen und granulirten Zellen (Fig. 47) unterscheiden. Beiderlei Differenzen sind indessen unwesentlicher Natur. Durch einen partiellen Austritt der Inhaltsmasse vermag die bis dahin glatte Zellenmembran sich faltend das höckerige Ansehen anzunehmen, während umgekehrt granulirte Zellen, durch verstärkten Wassereintritt sich kuglig und prall aufblähen und die glattrandige Beschaffenheit gewinnen können.

Fig. 47.



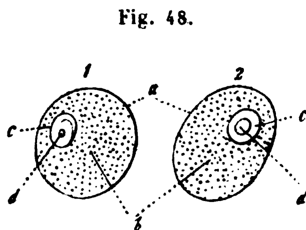
Glattrandige scheibenförmige Blutkörperchen *a b c* und eine granulirte farblose Blutzelle *d*, deren Kern verdeckt ist.

5) Analysiren wir schliesslich den Kern mit seinen weiteren Theilen, so tritt auch an ihm eine gewisse Manchfaltigkeit uns entgegen. Schon die so sehr verschiedene Grösse der thierischen Zellen bedingt im Ausmaass des *Nucleus* recht beträchtliche Schwankungen, welche freilich verhältnissmässig geringer bleiben als die so extremen der Zelle selbst. Als mittleres Ausmaass der Kerne thierischer Zellen können wir 0,005—0,0033‴ bezeichnen, wobei aber festgehalten werden muss, dass Kerne ansehnlich kleiner, bis auf 0,0025‴ und weniger zu werden vermögen, während umgekehrt manche Zellen einen *Nucleus* führen, dessen Dimensionen auf 0,01, 0,02‴, ja noch höher sich erheben können.

Ebenso zeigt uns der Kern thierischer Zellen bald eine mehr centrale, bald eine excentrische, peripherische Lage.

Als Grundform unseres Gebildes, wie sie uns überall an den ersten frühesten Bildungszellen embryonaler Gewebe, aber auch oft genug noch an den Zellen reifer Gewebe des Organismus entgegentritt, treffen wir einen dem Kugligen sich annähernden Kern von bläschenförmiger Beschaffenheit, d. h. mit einem mehr oder weniger flüssigen und — wie wir sogleich hinzufügen wollen — einem homogenen wasserhellen Inhalte und einer festeren Schale

Fig. 48.



Zwei Zellen (*a*) mit bläschenförmigen Kernen bei *c*, welche ein kleineres oder grösseres Kernkörperchen bei *d* erkennen lassen. Die Kerne selbst liegen mehr excentrisch in der Zellenhöhle *b*.

oder Peripherie, so dass also der *Nucleus* eine analoge Beschaffenheit erkennen lässt, wie die Zelle, als deren Bestandtheil er erscheint (Fig. 48 *c c*).

Im Innern dieses bläschenförmigen Kernes oder, wie man das Gebilde auch genannt hat, dieses Kernbläschens bemerkt man einfach oder doppelt ein rundliches, bei seiner Kleinheit meistens punktförmig erscheinendes Gebilde, das schon erwähnte Kernkörperchen oder den *Nucleolus* (*d d*).

Während aber der Kern in einer jeden Zelle wenigstens ursprünglich vorhanden ist, wenn er auch in einer späteren Zeit, wie sich bald ergeben wird, vermisst werden kann, dürfte dieses bei dem *Nucleolus* bläschenförmiger Kerne nicht ausnahmelos der Fall sein, so dass schon hier noch dieses Gebilde als ein unwesentlicherer Bestandtheil der thierischen Zelle erscheinen muss.

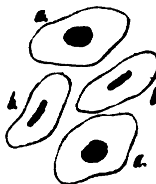
Indessen diese Grundform des *Nucleus* wird in einer späteren Zeit häufig genug verlassen und gegen eine andere vertauscht, so dass gleich der Zelle überhaupt auch der Kern sich weit von dem Schema entfernen kann. Einmal vermag er, um zunächst gewisser Gestaltveränderungen zu gedenken, in eine lange schmale Form überzugehen, wie in den Zellen, welche die unwillkührliche oder glatte Muskulatur bilden (Fig. 49 *b*), oder er kann scheibenförmig werden, was uns beispielsweise die Zelle der Nagelsubstanz erkennen lässt (Fig. 50). Verästelungen der Kerne kennt man gegenwärtig wohl von gewissen Zellen niederer Geschöpfe, nicht aber bei denjenigen höherer Thiere und des Menschen.

Fig. 49.



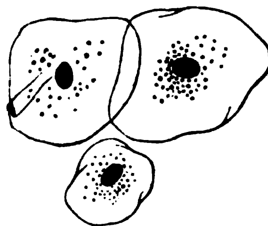
Zwei Zellen der unwillkührlichen Muskulatur *a a*; bei *b* die homogenen, stäbchenartigen Kerne.

Fig. 50.



Zellen der Nagelsubstanz. *a a* Ansicht von oben mit dem granulirten Kern; *b b* Seitenansicht der Zelle mit dem scheibenartig abgeflachten *Nucleus*.

Fig. 51.

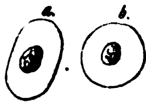


Plattenförmige Epithelialzellen mit ganz homogenen glattrandigen Kernen.

Andererseits vertauscht der *Nucleus* die ursprüngliche bläschenförmige Beschaffenheit der früheren Tage gegen eine ganz homogene gleichartige Natur, indem von der fester gewordenen Inhaltsmasse die Hülle nicht mehr unterschieden werden kann und das Kernkörperchen in der Regel alsdann verschwunden ist. Dieses sehen wir z. B. an den eben vorgeführten Zellen der unwillkührlichen Muskulatur, ebenso an

den oberflächlichsten Zellen gewisser Plattenepithelien, z. B. denen der Mundhöhle (Fig. 51).

Fig. 52.



Zwei Blutzellen des Frosches *a b* mit den granulirten Kernen, wie sie durch die Einwirkung von Wasser hervortreten.

Häufig lagern sich im Innern des *Nucleus* Elementarkörnchen ab, welche bei grösserer Menge ihm ein körniges und höckriges Ansehen verleihen und ein Kernkörperchen nicht mehr herausfinden lassen; es entstehen so die granulirten Kerne. Andererseits kennt man Zellen, deren Kern vo einem umhüllenden Fetttropfen verborgen werden kann. Ersteres sehen wir z. B. an den Kernen der farbigen Blutzellen (Fig. 52) niederer Wirbelthiere, während letzteres bei gewissen Knorpelzellen ein häufiges Vorkommniss bildet.

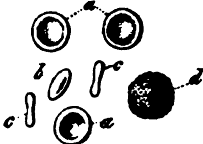
Nicht immer bemerkt man im Innern der thierischen Zelle das uns beschäftigende Gebilde. Schon im vorigen § wurde erwähnt, dass eine reichliche Erfüllung der Zellenhöhle mit Elementarkörnchen, Pigmentmolekülen, den Kern verdecken kann (Fig. 53). Dasselbe ist auch bei der Einfüllung einer zusammenhängenden Fettmasse der Fall. Ein genaueres Zusehen wird aber den Beobachtern den *Nucleus* stets nachträglich zeigen. Andererseits gibt es thierische Zellen, wo an ein solches Verdecktsein nicht gedacht werden kann, wo manchmal der Zelleninhalt ganz wasserhell und durchsichtig erscheint und wo auf keine Weise ein Kern zur Anschauung zu bringen ist. Zu diesen Zellen mit wirklich fehlendem *Nucleus* gehören z. B. die farbigen Blutkörperchen des reifen Säugethiers und Menschen (Fig. 54), ebenso die oberflächlichsten Zellenschichten der Oberhaut, welche die äussere Haut des Menschen überkleidet (Fig. 55). Von beiderlei Theilen weiss man aber, dass sie in der früheren Zeit und der Embryonalperiode kernhaltig gewesen sind. Es gibt somit gewisse Zellen unseres Leibes, wo als Regel in späterer Zeit der Kern verschwindet. Ebenso bemerken wir hier und da einmal in Geweben, deren Zellen das ganze Leben hindurch kernhaltig zu bleiben bestimmt sind, als eine vereinzelte seltenere Anomalie eine kernlose Zelle isolirt unter ihren kernführenden Gefährtinnen.

Fig. 53.



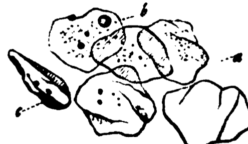
Sternförmige, mit schwarzem Pigment erfüllte Zellen. Bei zweien derselben ist der *Nucleus* zu erkennen, bei der dritten ist er von der Masse der Elementarkörnchen verdeckt.

Fig. 54.



Farbige kernlose Blutzellen des Menschen *a b c*.

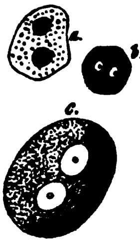
Fig. 55.



Kernlose Zellen der Epidermis.

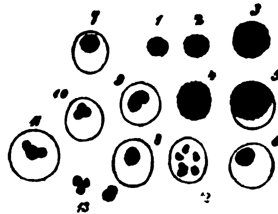
Diesen kernlosen Zellen stehen andere entgegen, welche den Kern doppelt (Fig. 56) oder auch wohl in grösserer Zahl enthalten. Solche Verhältnisse scheinen stets mit einem Vermehrungsprozesse der Zelle zusammenzuhängen und werden desshalb bei letzterem ausführlicher zur Sprache gebracht werden müssen. — Von jenen in Wahrheit doppelten oder mehrfachen Kernen hat man aber ein scheinbares, trügerisches Vorkommen zweier oder mehrerer Nuclei in einer thierischen Zelle zu unterscheiden. Es gibt zellige Gebilde in verschiedenen Flüssigkeiten des Organismus, so in dem Blute (farblose Blutzellen) in der Lymphe, dem Chylus, dem Schleim, Eiter etc., welche einen ursprünglich einfachen Kern führen, der aber häufig bei Einwirkung von Reagentien, wie z. B. verdünnter Säuren, in zwei, drei oder mehrere Stücke zerfällt, so dass man Zellen mit mehrfachen Nuclei zu sehen glaubt (Fig. 57).

Fig. 56.



Zellen mit doppeltem Kerne; *a* aus der Leber, *b* aus der Chorioidea des Auges und *c* aus einem Ganglion.

Fig. 57.



Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8. Bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kerne.

§ 66.

Wenden wir uns jetzt zur chemischen Konstitution der thierischen Zelle, so betreten wir damit einen noch sehr wenig aufgehellten Bezirk der Gewebechemie. Vielleicht mehr als anderwärts bleibt gerade bei der Erforschung der Formelemente die chemische Analyse weit hinter der mikroskopischen zurück. Und für den gegebenen Fall muss die Schwierigkeit, Zellen von ihrer Nachbarschaft von anderen Gewebebestandtheilen, zwischen denen sie liegen, zu isoliren, die Unmöglichkeit, in welcher wir uns zu befinden pflegen, Kern, Inhalt und Hülle unseres Gebildes getrennt zur Untersuchung zu gewinnen, diese grosse Lücke wohl mehr als hinreichend erklären.

Im Allgemeinen vermögen wir nur so viel anzugeben, dass die noch so dunkle Gruppe der Proteinkörper oder Eiweissstoffe mit ihren verschiedenen Substanzen und Modifikationen an dem Aufbau der thierischen Zellen den hauptsächlichsten Antheil nimmt. Wie in allen Theilen des Organismus, erhalten wir als fernere Mischungsbestandtheile Wasser,

gewisse Mineralstoffe und wohl auch überall Fette. Statt der ursprünglichen Proteinkörper können später in und an den thierischen Zellen gewisse Substanzen auftreten, welche wir (S. 28 und 29) als Verwandte und histogenetische Abkömmlinge jener bezeichnet haben.

Bilden nun nach dem eben Bemerkten zunächst Proteinstoffe und ihre unmittelbaren Derivate die thierische Zelle, so lehrt andererseits die chemische Untersuchung, dass die einzelnen Theile unsres Gebildes von verschiedenen Modifikationen jener hergestellt werden müssen, da Kern, Inhalt und die Zellenmembran differente Reaktionen zu zeigen pflegen. Mit diesen ganz allgemeinen Sätzen schliesst nicht selten unser Wissen von der Mischung thierischer Zellen ab. In anderen Fällen und unter begünstigenden Umständen gelingt es uns, etwas weiter in die chemische Konstitution jener wichtigsten Formelemente einzudringen.

Fragen wir zunächst nach der Beschaffenheit der Zellenmembran, so dürfte ihre Mischung noch am gleichartigsten ausfallen. Die Hüllen ganz junger, embryonaler Zellen scheinen durchweg aus einem Eiweissstoffe in geronnener Modifikation zu bestehen. Hierfür spricht die im Allgemeinen bedeutende Löslichkeit dieser Häute. So pflegen sie von verdünnten Alkalien, von schwächeren Säuren, wie der Essigsäure, zerstört zu werden. — Damit stimmen denn im reifen Körper des Menschen und der Thiere manche Zellen überein, welche wir bei ihrer Lage oder um anderer Gründe willen, für junge, unreife erklären müssen; so z. B. die untersten Zellenschichten mancher Epithelien. Aber auch an den reifsten Zellen einzelner Gewebe vermag sich diese ursprüngliche chemische Beschaffenheit der Zellenhülle für immer zu erhalten. In dieser Art geschieht es beispielsweise an den farbigen Formbestandtheilen des Blutes, an den Zellen, welche die Hohlräume der Drüsen auskleiden.

Schon hiernach gewinnen wir einen Anhaltepunkt zur Beurtheilung eines Ausspruchs, welcher vor einigen Jahren von Seite eines ausgezeichneten Forschers gethan wurde. *Donders*[1]) hatte nämlich behauptet, wie schon früher (S. 32) erwähnt worden ist, dass alle Membranen thierischer Zellen aus elastischer Substanz beständen; eine Annahme, welche offenbar viel zu weit geht und der man vielleicht mit grösserer Berechtigung diejenige entgegensetzen dürfte, dass wohl niemals ursprünglich, d. h. in der frühen Embryonal-Periode, die neugebildete Zelle eine aus elastischer Materie gebildete Hülle besitze.

Indessen, — und hierin liegt das Richtige der *Donders*'schen Annahme — wird diese eiweissartige Natur der jungen Zellenmembran später sehr häufig verlassen und gegen eine andere vertauscht, indem der Proteinkörper der Hülle in eine andere, viel schwerer lösliche Materie übergeht, welche allerdings in ihren Reaktionen mit der elastischen Substanz grosse Aehnlichkeit oder geradezu Uebereinstimmung darbietet. Wir dürfen desshalb, wenn auch nicht immer, doch häufig, die Zellenmembran aus elastischem Stoffe oder einem nahe verwandten Körper geformt annehmen, während leimgebende Materie zur Bildung der Zellenhülle nicht verwendet

wird. Der schon früher (S. 32) hervorgehobene Umstand, dass die Proteinkörper die Muttersubstanz für den elastischen Stoff abgeben müssen (obgleich uns die Einzelheiten dieses Uebergangs noch nicht bekannt sind) erfährt somit durch die Umwandlung der Zellenhülle eine Bestätigung.

Da wo nun die Membran der thierischen Zelle aus elastischer Materie besteht, wie z. B. an den Horngeweben, den sogenannten Bindegewebskörperchen, so wie den Zellen des Knochens, scheint sie glasartig durchsichtig, stark lichtbrechend, mit einem spezifischen Gewichte, welches etwas höher als dasjenige des Wassers ist, mit einer elastischen Natur und der Fähigkeit, der Fäulniss lange zu widerstehen, versehen zu sein (*Donders*). Sie ist unauflöslich, überhaupt ganz unveränderlich in Wasser, Alkohol und Aether, unlöslich in Essigsäure und andern Pflanzensäuren, schwer lösbar in verdünnten Mineralsäuren, unlöslich in Ammoniak, während sie von Kali und Natron, selbst in konzentrirter Solution, nur schwer angegriffen wird und Essigsäure aus dieser einen im Ueberschuss der Säure nicht lösbaren Stoff ausfällt. Kochendes Wasser zerstört solche Zellenmembranen nur sehr schwierig und die Solution gerinnt nicht. Im Uebrigen zeigt die Zellenhülle bei Salpetersäurezusatz eine gelbe Färbung, welche durch Ammoniak orangeroth wird. Das *Millon*'sche Reagenz färbt sie roth, während Salzsäure, sowie eine Mischung von Zucker und Schwefelsäure fast keine Aenderung des Kolorits herbeiführen.

Anmerkung: 1) Vergl. Zeitschrift von *Siebold* und *Koelliker*, Bd. 3. S. 348 und Bd. 4. S. 242.

§ 67.

Indem wir nun zur chemischen Beschaffenheit des Zellenkerns übergehen, haben wir an diesem ursprünglich bläschenförmigen Körper Hülle und Inhalt zu unterscheiden. Letzterer, eine wasserhelle Flüssigkeit, scheint Proteinstoffe in löslicher Modifikation zu führen, inden man öfters durch die Anwendung von Alkohol, Säuren etc. ein Präzipitat feiner Körnchen zu erhalten vermag; so z. B. an den Kernen der Ganglienzellen und dem grossen Kerne des primitiven Eis. Die Hülle besteht verhältnissmässig nur selten aus einem der Essigsäure und verwandten Säuren nicht widerstehenden Stoffe, wie z. B. gerade an den Kernen der beiden so eben angeführten Zellenformen. Gewöhnlich — und dieses ist als ein empirisches Hülfsmittel zur Erkennung und Unterscheidung des Nucleus bei den Histologen schon lange in Gebrauch — wird die Kernhülle von derartigen Säuren nicht angegriffen. Kommt sie in letzterem Verhalten hiernach mit dem elastischen Stoffe vieler Zellenmembranen überein, so entfernt sich die Membran des Kerns durch ihre bald geringere, bald grössere Löslichkeit in Alkalien auf das Entschiedenste von jenem. Mit Recht hat man dieses als einen Unterschied zwischen vielen Zellen- und der Kernhülle hervorgehoben (*Koelliker*).

Manchfache chemische Umwandlungen müssen im weiteren Zellen-

leben an dem Nucleus auftreten, so z. B. wenn er solide wird oder die bläschenförmige Natur mit der körnigen vertauscht. Auffallend ist die Neigung gewisser Zellenkerne Fette um sich abzulagern, eine Veränderung, welche an manchen Knorpelzellen beispielsweise so weit gehen kann, dass schliesslich statt des Nucleus nur ein Fetttropfen scheinbar geblieben ist. Farbestoffe sind an die Nuclei thierischer Zellen nur selten gebunden. Doch treffen wir die Kerne der Epidermoidalzellen dunkler Hautstellen durch ein braunes Pigment gefärbt.

Bei seiner Kleinheit hat sich das Kernkörperchen oder der Nucleolus der Zelle der chemischen Untersuchung noch fast gänzlich entzogen. Wir vermuthen um seines optischen Verhaltens willen, dass er aus Fett bestehe.

Es ist uns endlich noch der Zelleninhalt übrig geblieben als der in chemischer Hinsicht wichtigste und variabelste Theil, wie denn auch ihm offenbar die grösste Bedeutung für die Physiologie der Zelle zugeschrieben werden muss. Die Substanzen, welche in der Regel die Zellenhöhle erfüllen, sind die gewöhnlichen, bei jeder Gewebebildung unentbehrlichen und schon oben erwähnten Proteinstoffe mit manchen ihrer Abkömmlinge, ferner Fette, Wasser und gewisse Salze. Sie können — und es ist dieses bei manchen ganz homogenen Zellen der Fall — sich im Zustande der Lösung hier vorfinden oder es entstehen, bald in geringerer bald in grösserer Menge, Abscheidungen von Körnchen, welche theils eiweissartiger, theils fettiger Natur sind. So erblicken wir mit ganz wasserklarem flüssigen Inhalte erfüllt manche Bildungszellen embryonaler Gewebe; ferner die sog. serösen Fettzellen, d. h. Gebilde, welche statt ihres normalen fettigen Inhaltes ein wässriges Fluidum in abnormer Weise führen. Ebenso sind beinahe frei von körnigen Inhaltsmassen mancherlei Zellen der Oberhaut, die Zellen der unwillkührlichen Muskulatur. Ein abnehmender Wassergehalt lässt die Inhaltsmasse gewisser Zellen als halbfeste oder auch feste Materie zurück, in welcher körnige Ausscheidungen in sehr verschiedener Menge auftreten können; so z. B. an den oberflächlichsten, sogenannten verhornten Zellen mancher Epithelien.

In der Regel vermögen wir nur sehr ungenügend diese Inhaltsmasse thierischer Zellen chemisch nachzuweisen. Wir wissen allerdings durch gewisse Reaktionen, dass z. B. Proteinkörper den Hohlraum unserer Gebilde erfüllen, ohne jedoch häufig sagen zu können, welcher dieser Stoffe oder welche Modifikationen hier vorkommen. In einzelnen Fällen gelingt uns dieses etwas besser. So enthalten die Zellen der unwillkührlichen Muskulatur das Syntonin (S. 26), die Zellen des Blutes das Globulin (S. 27), während ein verbreiteter, freilich sehr ungenügend gekannter Abkömmling der Eiweissstoffe, das sogenannte Keratin (S. 28), die Zellenhöhle der Horngewebe erfüllt. Auch der sogenannte Schleimstoff (S. 28) dürfte zuweilen Bestandtheil des Zelleninhaltes sein.

Auffallend ist der Umstand, dass leimgebende Materie niemals als Inhaltsmasse thierischer Zellen auftritt. — Jene Derivate der Eiweissstoffe,

welche als Fermentsubstanzen (S. 20) im Organismus eine grosse Rolle spielen, erscheinen ebenfalls wohl nicht selten im Zelleninhalte. So besitzen z. B. die Drüsenzellen der Magenschleimhaut als feinkörniges Contentum einen ungemein wichtigen Fermentstoff, das Pepsin, während verwandte Materien auch in den Zellen der Darmdrüsen vorkommen.

Das Fett, welches in den meisten Zellen nur in geringer Menge auftritt, kann in anderen massenhaft werden, theils in Form getrennter Tröpfchen, theils zu einem einzigen, die ganze Zellenhöhle ausfüllenden Tropfen zusammenfliessend. So erhalten wir als gewöhnliche Neutralfette des Organismus (S. 44) den Inhalt der normalen Fettzellen, während Tröpfchen des sogenannten Butterfettes der Milch die getrennten Inhaltsmassen der Milchdrüsenzellen darstellen.

Pigmente treten viel häufiger gebunden an die Zellenhöhle als den Kern auf. In dieser Weise sahen wir einmal in Lösung gleichmässig die ganze Inhaltsmasse färbend manche Farbestoffe, wie das Hämatin (S. 83) die farbigen Blutzellen, den sogenannten Muskelfarbestoff die Zelle der unwillkührlichen Muskeln. Andern Theiles scheidet sich das Pigment körnig ab, so das Melanin (S. 87) in verschiedenen Zellen (den sogenannten Pigmentzellen) und häufig genug, freilich mehr in abnormer Weise, die Gallenfarbestoffe (S. 88) in den Hohlraum der Leberzellen.

Wie weit die Umsetzungsprodukte histogenetischer Stoffe, welche früher im allgemeinen Theile ihre Erörterung gefunden haben und wie wir sie in der das zellige Gewebe durchtränkenden Flüssigkeit antreffen, vorher Bestandtheile des Zelleninhaltes gewesen sind, steht anhin. Ohnehin ist auch bei den günstigsten, einfach zelligen Geweben immerhin es unmöglich anzugeben, was an Zersetzungsprodukten derselben den einzelnen Theilen der Zelle zukommt; so an der Leber, an den kontraktilen Faserzellen.

Ist hiernach das chemische Wissen von der Zelle in qualitativer Hinsicht ein sehr ungenügendes, so fällt die quantitative Erforschung noch weit dürftiger aus. Oefters gelingt es nur mit einiger Wahrscheinlichkeit die Menge von Wasser und festen Bestandtheilen für manche Zellen zu bestimmen. Eine in quantitativer Hinsicht leidlich gekannte Zelle, das farbige Blutkörperchen, zeigt nach vorhandenen Untersuchungen[1]) auf 1000 Theile Substanz 688 Wasser und 312 feste Bestandtheile. Darunter erscheinen Hämatin mit 16,8, Globulin und Zellenmembranen mit 282,2, Fette mit 2,3, Extraktivstoffe mit 2,6 und Mineralbestandtheile zu 8,1.

Anmerkung: 1) Vergl. *C. Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau 1850 und *Lehmann*, phys. Chemie. Bd. 2. S. 131.

§ 68.

Was die Lebenserscheinungen der Zellen betrifft, so fallen sie fast alle der vegetativen Sphäre anheim, sind Prozesse der Stoffauf-

nahme, Stoffumwandlung, Stoffabgabe, des Wachsthums, der Formveränderung und der Vermehrung. Nur die Kontraktilitätsphänomene, wie man sie in der letzteren Zeit in immer grösserer Ausdehnung bei den Zellen des Thierleibes angetroffen hat, zeigen in auffälligster Weise das Leben unseres Gebildes.

Kontraktile Zellen waren schon seit längerer Zeit — man möchte sagen als Kuriositäten — hier und da aus dem Körper der niederen Thiere bekannt gewesen, nachdem als der Erste bereits im Jahre 1841 *Siebold* merkwürdige Zusammenziehungen an den Zellen der Planarienembryone aufgefunden hatte. Später häuften sich derartige Beobachtungen für niedere Geschöpfe mehr und mehr. Einen neuen Anstoss erhielt die Lehre von der Kontraktilität der Zellen durch den Nachweis, dass die einfachsten aller Thiere, wie namentlich die Gregarinen, mit ihrer sich zusammenziehenden Körpermasse einzellige Organismen darstellen [1]). Es kann hier nicht der Ort sein, auf die kontraktilen Zellen der Evertebraten weiter einzutreten, um so weniger, als *Koelliker* [2]) kürzlich eine Zusammenstellung der vorhandenen Beobachtungen gegeben hat.

Auch für den Körper der Wirbelthiere ist allmählich eine nicht unbeträchtliche Zahl kontraktiler Zellen entdeckt worden. Es gehören hierher die sogenannten Furchungszellen des sich entwickelnden Dotters mancher niederer Vertebraten, ferner unter den Bindegewebekörperchen die sternförmigen Pigmentzellen. Alsdann sind die Zellen, welche ursprünglich das embryonale Herz bilden, mit einem auffallenden Zusammenziehungsvermögen versehen. Ein massenhaftes Gewebe, dessen zellige Natur zuerst *Koelliker* [3]) in einer schönen Arbeit nachwies, die glatte Muskulatur mit ihren sogenannten Faserzellen, welche wir schon in einem früheren § kennen gelernt haben, stellt endlich die verbreitetste Form kontraktiler Zellen in jedem Wirbelthierkörper dar. Ebenso hat man an Leberzellen von Säugethieren in neuester Zeit Zusammenziehungen gesehen [4]). Höchst auffallende Formumänderungen bieten endlich die Zellen des Schleimes und Eiters, sowie die mit ihnen übereinkommenden farblosen Blutkörperchen dar, Zusammenziehungen, welche von sehr verschiedenen Beobachtern bemerkt worden sind und eine nähere Erörterung erfordern.

Während an den kontraktilen Faserzellen der glatten Muskulatur im Zustande der Thätigkeit eine einfache Verkürzung und in der Periode der Ruhe eine Verlängerung eintreten wird, findet man an den farblosen Blutzellen einen ganz anderen komplizirteren Gestaltwechsel.

Bringt man ein Tröpfchen Blut aus dem lebenden Körper des Menschen oder eines Säugethiers auf den mikroskopischen Objektivträger und bedeckt man mit einem feinen Glasplättchen, so bemerkt man an einer längere Zeit in das Auge gefassten farblosen Zelle (Fig. 58 *a*. 1) sehr langsam eintretend eine Veränderung der Form, vermöge deren sie birnförmig werden kann (2. 3.). Ein anderer Fortsatz am entgegengesetzten Pole, in ähnlicher Trägheit sich entwickelnd, verleiht ihr das bei

4 und 5 gezeichnete Ansehen, welches nach einiger Zeit in ein hütchenartiges (6) übergehen kann. Die Zelle vermag beim Verschwinden des einen Ausläufers wiederum zur birnförmigen Gestalt zurückzukehren (7), um später aufs Neue zweispitzig zu werden (8. 9) und endlich in ganz unregelmässiger Form für immer zur Ruhe zu kommen (10). Andere unserer Zellen treiben allmählich eine grössere Zahl der Fortsätze oder Ausläufer, vermöge deren sie ein sternförmiges Ansehen gewinnen (Fig. 58 *b*).

Fig. 58.

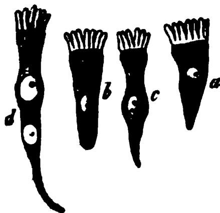


Kontraktile farblose Zellen des menschlichen Blutes. *a.* 1—10 aufeinander folgende Formveränderungen einer Zelle im Laufe von 10 Minuten. *b* eine sternförmige Zelle.

Das Kommen und Gehen der Ausläufer, die ganz unregelmässige Entwicklung derselben erinnert in auffälliger Weise an die viel bewunderte Gestaltumänderung einer nackten Rhizopode, der Amoeba. Man dürfte desshalb mit vollem Rechte diesen Formenwechsel der uns beschäftigenden Zelle einen »amöbenartigen« nennen.

Die Frage, welche Partien der Zellen bei jenen Kontraktionen sich betheiligen, ob der Inhalt allein, wobei die Hülle sich passiv verhielte oder beide zusammen, kann zur Zeit noch nicht entschieden werden. Doch ist wohl ersteres das Wahrscheinlichere.

Fig. 59.



Flimmerzellen des Säugethieres. *a* Flimmerhaare. *b* Zellenkörper.

Den totalen Kontraktionen thierischer Zellen können wir als eine zweite Zusammenziehung die partiellen entgegenstellen, wo nur Theile der Zelle das Kontraktionsspiel erkennen lassen. So sehen wir bei gewissen Epithelialzellen auf der Aussenfläche eines Theiles der Zellenmembran ungemein kleine Härchen angebracht. Man nennt sie Wimperhärchen oder Flimmercilien und die betreffenden Epithelien Wimper- oder Flimmerzellen (Fig. 59). So lange die Zelle lebendig ist, sind jene zarten Haare in einer beständigen schwingenden Bewegung begriffen. Wir kommen auf dieses Wimperspiel später ausführlicher zurück.

Fig. 60.



Samenfäden des Menschen.

Wie weit Partien des Zelleninhaltes Kontraktilität zu erlangen vermögen, steht anhin; doch scheinen Inhaltsmassen unbefruchteter Eier hierhin zu zählen[5]).

Auch der Kern oder von dem Kern gebildete

Theile vermögen, allerdings nur in seltener Ausnahme, bei thierischen Zellen kontraktil zu werden. Kontraktile Kerne kennt man allein bei wirbellosen Geschöpfen zur Zeit[6]), während die Samenfäden der Wirbelthiere mit ihrem wunderbaren Bewegungsspiel, dessen wir später ausführlich zu gedenken haben, aus Kernen ausgewachsen sind.

Anmerkung. 1) Man vergl. *Siebold's* Aufsatz über einzellige Pflanzen und Thiere in seiner und *Kölliker's* Zeitschrift Bd. 1. S. 270, sowie des Erstern Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1845; ferner *Kölliker*, Beiträge zur Kenntniss niederer Thiere. Zeitschrift Bd. 1. S. 1. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. 1. — 3) *Siebold* und *Kölliker*, Zeitschrift Bd. 1. S. 48. — 4) *Leuckart*, die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung. Giessen 1856. S. 121. — 5) Die kontraktilen oder pulsirenden Räume der Infusorien dürften eine ähnliche Bedeutung besitzen. — 6) Die Samenkörperchen der Nematoden.

§ 69.

Unter den vegetativen Erscheinungen des Zellenlebens betrachten wir zunächst das Wachsthum derselben.

Wie alle organischen Bildungen besitzt die thierische Zelle die Fähigkeit des Wachsthums, der Grössenzunahme durch Einlagerung neuer Massentheilchen zwischen die vorhandenen oder, wie man sich auszudrücken pflegt, durch Intussusception. Indem von dieser Fähigkeit im Organismus der ausgedehnteste Gebrauch gemacht wird, sehen wir wohl ganz allgemein das Ausmaass neugebildeter Zellen geringer, als es im Zustande der Reife getroffen wird. Die Vergrösserung der Zellen tritt jedoch bei den einzelnen Geweben in sehr ungleicher Art ein, indem manche Zellen nur mässig heranzuwachsen pflegen, wie z. B. gewisse Epithelialzellen, während andere eine ganz exorbitante Vergrösserung erfahren können, wie beispielsweise die Elemente der glatten Muskulatur, die schon mehrfach erwähnten kontraktilen Faserzellen. Ebenso sehen wir häufig gewisse Zellen, wie die Fett- und Knorpelzellen, im Körper des älteren Embryo und Neugeborenen noch von viel kleineren Dimensionen, als sie der erwachsene menschliche Körper aufzeigt, Verhältnisse welche schon vor längeren Jahren ein holländischer Beobachter, *Harting*, an der Hand des Mikrometers studirt hat.

Eine physikalische Analyse des Zellenwachsthums in einer irgendwie befriedigenden Weise gestattet der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft noch nicht. Höchstens gelingt es hier und da einmal, gewisse Einzelheiten des Prozesses zu erfassen.

Gehen wir aus von der Zellenhülle als einer dehnbaren und porösen Membran, so werden wir das Zellenwachsthum als durch die Aufnahme von der Umgebung abstammender neuer Massentheilchen zwischen die bereits vorhandenen, zunächst der Zellenhöhle angehörigen, ansehen müssen. Die Dehnbarkeit der Hülle würde alsdann eine gleichmässige Erweiterung und eine gleichartige Vergrösserung gestatten.

Da die Membranen wachsender Zellen nicht dünner und dünner werden, da sie vielmehr entweder die alte Stärke bewahren oder, was wohl die Regel ist, eine weitere Verdickung erfahren, so muss nothwendig auch eine Einlagerung neuer Moleküle zwischen die schon vorhandenen der Zellenmembran erfolgen. Lagern sich diese neuen Partikelchen vorzugsweise zwischen die nach der Fläche der Zellenhülle nebeneinander liegenden Moleküle ab, so wird die Hülle geräumiger, aber nicht dicker ausfallen. Umgekehrt muss eine Verdickung unserer Haut eintreten, sobald die Einlagerung neuer Massentheilchen zwischen die nach der Dicke der Zellenmembran hintereinander gelegenen Moleküle geschieht[2]). Da an wachsenden Zellen Vergrösserung und Verdickung der Membran zugleich wohl am häufigsten vorkommt, werden sich gewöhnlich die beiderlei Einlagerungsweisen mit einander verbinden. Indessen nicht allein an Derbe und Resistenz in mechanischer Beziehung gewinnt unsere Hülle oftmals bei ihrem Wachsthum; nicht selten wird sie durch eine Umwandlung der Masse in chemischer Hinsicht wiederstandfähiger, indem statt der geronnenen Proteinkörper der früheren Periode diese ausdauernde elastische Substanz erscheint, ein Umstand, welchen schon ein früherer § berührt hat. — Scheinbar einen Widerspruch bilden manche Zellen, an welchen in der Jugend eine Hülle zu erkennen ist, während dieses am alternden Gebilde nicht mehr möglich wird, wie manche geschichtete Plattenepithelien. Hier ist aber durch Wasserverlust die Inhaltsmasse eine andere, das Licht stärker brechende geworden, so dass ihr Brechungsvermögen demjenigen der Hülle gleich sich gestaltet hat und letztere erst auf künstlichem Wege durch Verdünnung das Zellencontentum dem Auge wieder sichtbar erscheint. Umgekehrt kann aber eine verschmelzung des sich ändernden Inhaltes mit der Hülle thatsächlich erfolgen, wie an den kontraktilen Faserzellen.

Gestattet der sich vergrössernden Zelle die Nachbarschaft hinreichenden Spielraum, liegen die zunächst angrenzenden durch erheblichere Zwischenräume weicher nachgiebiger Substanz getrennt, so wird unser Gebilde gleichmässig in allen Dimensionen wachsen und die alte, primäre, d. h. kuglige Form bewahren können. Liegen anderen Theiles wachsende Zellen dicht gedrängt beisammen, so muss in Folge ihrer Vergrösserung eine Berührung und bei ihrer Weichheit eine gegenseitige Abplattung eintreten, wobei es dann wiederum von mechanischen Momenten abhängen wird, ob diese polyedrisch gegen einander gepressten Zellen sich abflachen, schüppchenartig werden oder umgekehrt eine hohe schmale Gestalt annehmen (S. 106).

Indessen häufig genug stossen wir in weicher Umgebung auf wachsende Zellen, welche einer Erklärung obiger Art die grössten Schwierigkeiten darbieten, wo die Einlagerung neuer Moleküle nicht gleichartig, sondern ungleichmässig sowohl in die Zellenhülle als die Hülle erfolgt. In Folge dieses ungleichartigen Wachsthums nimmt unser Körper, die Kugelform verlassend, birnförmige, spindelartige Gestalten an.

Erfolgen jene Aufnahmen nur über ganz beschränkte Stellen, so erhalten wir nicht selten die Bildung langer Ausläufer in verschiedener Zahl, wo ein ausgesackter Theil der Zellenmembran eine Partie des Inhaltes umschliesst[3]).

Aber nicht allein die Membran und das Zellencontentum vergrössern sich. Sind sie auch beim Zellenwachsthum die wichtigsten Faktoren, Volumen und Form der Zelle bestimmend, so sehen wir ebenfalls Kern und Kernkörperchen der Zunahme, wenngleich in mehr untergeordneter Art; unterworfen. Die ursprünglich bläschenförmige Natur des Nucleus wird eine ganz ähnliche Auffassung seines Wachsens wie desjenigen der Zelle gestatten und in der That bemerken wir auch an jenem neben der gleichartigen Vergrösserung vielfach eine ungleichmässige, vermöge deren der kuglige Körper platt, lang und schmal, stäbchenförmig u. a. mehr wird. Wohl am geringsten ist die Massenzunahme an dem Nucleolus ausgesprochen, obgleich manche Zellen z. B. Ganglienkugeln das Verhältniss erkennen lassen; ebenso das primitive Ei.

Diesen Zellen stehen andere entgegen, bei welchen gerade umgekehrt in Folge des Heranwachsens oder Alterns der früher vorhandene Kern verloren geht, indem er sich auflöst.

So schwinden die Nuclei in den oberflächlichsten d. h. ältesten und grössten Zellen der Epidermis. So ist die farblose Bildungszelle des farbigen Blutkörperchens mit einem Kerne versehen, während letzteres bei Mensch und Säugethier kernlos erscheint.

Andere Wachsthumsphänomene, welche zu einem Aufgeben der Zellennatur und Zellenindividualität führen, finden später ihre Betrachtung.

Anmerkung. 1) Vergl. *Harting*, *Recherches micrometriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain. Utrecht* 1845. — 2) *Schwann*, Mikroskopische Untersuchungen etc. S. 215. — 3) Ueber diesen Gegenstand drückt sich *Schwann* folgendergestalt aus: »Der Grund dieses ungleichmässigen Ansatzes der neuen Moleküle kann in einzelnen Fällen wohl in Umständen liegen, die für die Zelle etwas äusseres sind. Läge z. B. eine Zelle so, dass sie an einer Seite mit einem konzentrirteren Nahrungsstoff in Berührung wäre, so könnte man sich vorstellen, dass diese Seite der Zellenmembran stärker wächst, wenn auch die Kraft, die das Wachsthum der Zelle bewirkt, gleichmässig in der ganzen Zelle wirkt. Allein eine solche Erklärung lässt sich in den meisten Fällen keineswegs annehmen, sondern man muss Modifikationen im Entwicklungsprinzip der Zellen zugeben, in der Art, dass die Kraft, welche überhaupt das Wachsthum der Zellen bewirkt, in der einen Zelle einen gleichmässigen, in der andern einen ungleichmässigen Ansatz der neuen Moleküle zu veranlassen im Stande ist.« Wir sind heutigen Tages nach 20 Jahren über diesen Ausspruch nicht hinausgekommen.

§ 70.

Alle Gebilde und mit ihnen die organischen Apparate des Körpers, die Gewebeelemente und in vorliegendem Falle die Zellen, zeigen den

schon früher (S. 15) erwähnten Umsatz ihrer Substanzen, bieten einen Stoffwechsel dar. Schon die einfache mikroskopische Untersuchung vermag uns für denselben der Belege gar manche beizubringen, indem sie neben dem Wachsthume der Zelle uns erkennen lässt, dass häufig der Inhalt unseres Gebildes auch in optischer Hinsicht ein anderer wird. So sehen wir, um uns zunächst an embryonale Verhältnisse zu halten, dass die Bildungszellen der Gewebe ihren bis dahin gleichartigen, feinkörnigen Inhalt gegen einen spezifischen vertauschen, indem statt der Dotterkörnchen, Fetttropfen, Pigmentmoleküle, Hämatin und anderes mehr in der Zellenhöhle auftreten. Indessen auch im Leibe des erwachsenen Geschöpfes bemerken wir diese Erscheinungen des Stoffwandels. Die farblosen Bildungszellen des Blutes verändern sich zu den farbigen. Die Neutralfette, welche den Inhalt der sogenannten Fettzellen ausmachen, können in Folge anhaltenden Hungerns, erschöpfender Krankheiten aus der Zellenhöhle schwinden und durch eine seröse Flüssigkeit ersetzt werden. Bei jeder Verdauung erblicken wir im Innern der Cylinderepithelien des Dünndarms feine Fettmoleküle, welche nach einigen Stunden regelmässig die Zelle verlassen haben. Es liesse sich leicht die Zahl dieser Beispiele beträchtlich vermehren.

Vermögen wir auf diesem Wege den Stoffumsatz der Zelle, man möchte sagen dem körperlichen Auge, vorzuführen, so entstehen, sobald es sich um eine genauere Ergründung handelt, grosse Schwierigkeiten, welche leider die Ausbeute auf diesem für allgemeine Physiologie so unendlich wichtigen Gebiete sehr gering erscheinen lassen.

Schon wenn es sich um die Stärke des Stoffwechsels thierischer Zellen handelt, sind wir meistens nur auf Vermuthungen und Wahrscheinlichkeiten angewiesen. Einmal durfte den einzelnen Theilen der Zelle ein ungleicher Umsatz zukommen. Die Zellenmembran, wenn anders das Wachsthum unseres Gebildes abgelaufen, scheint den geringsten Wechsel der Materie zu besitzen und das Stabilste des Ganzen zu sein; namentlich wenn sie aus der so indifferenten und resistenten elastischen Substanz besteht. Auf der anderen Seite spricht alles dafür, dass, wie am Wachsen der Zelle so auch am Umsatze ihrer Stoffe, der Zelleninhalt den grössten Antheil nimmt, indem an ihm die wichtigsten Umänderungen zu erblicken sind. Zwischen der Hülle, als dem verhältnissmässig Unveränderlichen, und der Inhaltsmasse, als dem Wechselnden, scheint mit einem mittleren Stoffwechsel der Kern zu stehen.

Ebensowenig kennen wir die Umsatzgrösse ganzer Zellengruppen einzelner Gewebe. Allerdings führen physiologische Thatsachen zu dem Schlusse, dass die Gewebe, welchen man die höchste physiologische Dignität zuschreibt, wie Muskeln- und Nervenapparate, einen beträchtlichen Stoffwechsel besitzen, so dass wir uns die Zellen der glatten Muskeln, die Ganglienzellen als Gebilde mit rascher Substanzerneuerung vorzustellen haben. Noch sicherer muss in jenen zahlreichen Zellen, welche die Hohlräume der Drüsen unseres Körpers auskleiden, nach

allem, was wir über den Sekretionsprozess wissen, das Kommen und Gehen der Materie ausfallen. Andererseits haben wir Zellenformen, deren Umsatzgrösse nur eine sehr unbedeutende sein dürfte, so z. B. die älteren geschichteten Plattenepithelien, das der Epidermis so nah verwandte Nagelgewebe, die Knorpelzellen. Ueber manche andere zellige Gewebe besitzen wir zur Zeit nicht einmal Vermuthungen.

Auch die Erörterung der Hülfsmittel, deren sich die Natur bedient, diesen Stoffumsatz in der thierischen Zelle herbeizuführen, ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

Wir dürfen einmal hierhin das Imbibitionsvermögen der histogenetischen Stoffe rechnen und müssen zweitens auf die an jeder Zelle unausbleiblichen endosmotischen Vorgänge wohl das grösste Gewicht legen. Indem der Chemismus im Innern der Zelle niemals ganz rastet, oftmals bedeutend ist, indem ein beständiges Spiel der Umsetzungen hier vorkommt, der Zelleninhalt also oftmals ein anderer wird, indem Flüssigkeiten von wechselnder Natur die Aussenfläche der Zelle bespühlen, werden die Erscheinungen der Diffusion ungemein mannichfaltig ausfallen müssen.

Donders hat vor Jahren schon in scharfsinniger Weise auf die Bedeutung aufmerksam gemacht, welche die Zellenmembran für den Stoffwechsel unseres Gebildes besitzt. Indem diese Haut Elastizität besitzt, steht der von ihr umschlossene Inhalt unter einem höheren Drucke, als derjenige ist, welchen die umgebende Flüssigkeit erfährt; nämlich einmal unter dem allgemeinen Druck und dann demjenigen der gespannten elastischen Membran. Auf diesem Wege ist die Flüssigkeit des Zelleninhaltes eine dichtere als die der Umgebung. So sehen wir es z. B. — und vermögen es quantitativ nachzuweisen — an der Zelle und dem Plasma des Blutes. Der Druckunterschied der innerhalb und ausserhalb der Zellenmembran befindlichen Stoffe ist dem Grade der Spannung d. h. der Ausdehnung der Zellenmembram proportionirt. Die nothwendige Folge hiervon ist diejenige, dass wenn zeitlich mehr aus der Zellenmembran nach aussen dringt, als aufgenommen wird, die Bedingung für die Aufnahme neuer Stoffe und im entgegengesetzten Falle die für Ausschwitzung durch die Zellenmembran in die umgebende Substanz geboten wird. Und so, fährt *Donders* weiter fort, ist nun die Elastizität der Zellenmembran zum Regulator des mechanischen Stoffwechsels geworden.

Aus dem eben Bemerkten ergibt sich, dass der Druck der die Zellen umgebenden Flüssigkeit und hiermit der Blutdruck für den Durchtritt von Substanzen durch die Zelle von Wichtigkeit sein muss, ein Verhältniss, was wir namentlich für die Drüsenzellen näher verfolgen können.

Ludwig's merkwürdige Entdeckung über den Einfluss der Nerven auf den Eintritt der Speichelsekretion muss uns dahin leiten, dass Nervenströme für die Umsetzung der Zellenstoffe gleichfalls von Bedeutung sein dürften. Auch die *Dubois*'sche Beobachtung, dass die quergestreifte Muskelfaser (wie wir später sehen werden, eine lang ausgezogene Zelle)

nur im Zustande der Aktivität, nicht aber dem der Ruhe Milchsäure bereitet, mag hierhin zu rechnen sein.

Verfolgen wir den Wandel der Zellensubstanzen näher, so können wir ihn als einen doppelten festhalten, als einen egoistischen, im Interesse der eigenen Ernährung geschehenden, und als einen anderen, zur Realisirung grösserer, nicht mehr auf den engen Rahmen des Zellenlebens beschränkterer Zwecke dienlichen. Letzteren treffen wir an den Drüsenzellen.

Diese verhalten sich nun hierbei wiederum in doppelter Art, wobei allerdings Uebergänge vorkommen. In gewisse dieser Gebilde treten nur Substanzen ein, welche schon vorher als solche im Blute vorhanden waren, um ohne weitere Veränderung die Zelle zu durchlaufen, um, in den leeren Hohlraum des Drüsenrohres gelangend, zum Sekrete zu werden. So sehen wir z. B., dass die Drüsenzellen der Niere einfach gewisse Blutbestandtheile, nämlich Harnstoff, Harnsäure und Hippursäure, sowie verschiedene Salze durchtreten lassen. In ähnlicher Weise lassen wohl die Zellen, welche die serösen Säcke bekleiden, die geringen Mengen seröser Flüssigkeit passiren, welche jene befeuchtet und schlüpfrig erhält. Andererseits, um auf Drüsenzellen zurückzukommen, findet man eine beträchtliche Zahl drüsiger Organe, welche nicht einfache Filtrationsapparate von Blutbestandtheilen darstellen, welche vielmehr aus dem Blute in ihren Hohlraum eingedrungene Stoffe weiter verändern, in neue Verbindungen überführen, Spaltungen derselben hervorrufen und anderes mehr. Der Gedanke, diesen chemischen Umsatz auf Fermentstoffe des Zelleninhaltes zu beziehen, möglicherweise dem Nucleus solche Eigenschaften zuzuschreiben, muss nahe liegen. So bemerken wir beispielsweise, dass die Leberzelle die Bildung der Gallensäuren und vielleicht noch nachträglich der Gallenfarbestoffe aus diesen herbeiführen; ebenso wird durch die Leberzelle ein Proteinkörper gespalten, indem Traubenzucker im Lebergewebe erscheint (S. 34). In den Drüsenzellen der funktionirenden Milchdrüse muss aus einem empfangenen Kohlenhydrate Milchzucker erzeugt, sowie ein Proteinstoff des Blutes, d. h. das Eiweiss desselben, in Kasein übergeführt werden. In den Speicheldrüsenzellen, in den Labzellen der Magenschläuche, in den Zellen der Dünn- und Dickdarmdrüsen, sowie des Pankreas werden Fermentkörper geschaffen, welche als solche nicht im Blute vorkommen und den betreffenden Drüsenabsonderungen ihre physiologischen Energien verleihen.

Das, was wir so eben für die Drüsenzellen kennen gelernt haben, kehrt auch für die egoistische Ernährung der thierischen Zelle in ähnlicher Weise wieder. Vielfach dürften in thierische Zellen Blutbestandtheile einfach eintreten, um hier, vielleicht mit sehr geringen Modifikationen, Zellenbestandtheile zu werden. Die Aufbauung der Zelle wesentlich durch die Proteinkörper spricht dafür. Andererseits sehen wir häufig genug, durch die Zellenthätigkeit erheblichere Verwandlungen

erscheinen, vermöge deren die aufgenommenen Stoffe zu andern werden. So verwandelt sich allmählich der Proteinkörper der geschichteten Plattenepithelien in den sogenannten Hornstoff, so gehen die Eiweisssubstanzen anderer Zellen in Schleimstoff, Mucin, über. So erfährt in dem so massenhaften Gewebe der Muskulatur innerhalb der Zelle ein Eiweissstoff die Umwandlung zum Syntonin. Die Fettseifen des Blutes verwandeln sich beim Eintritt in die Fettzellen in neutrale Fette, eine Aenderung, welche wir noch nicht näher kennen.

Besonders auffallend werden die Metamorphosen in die Zelle aufgenommener Substanzen, wenn es zur Bildung von Pigmenten kommt. So erzeugt die farblose Zelle des Blutes in sich das Hämatin und wird zum gelben Blutkörperchen; so entwickeln sich im farblosen Inhalte mancher Zellen die Moleküle des schwarzen Pigmentes oder Melanins, wo man alsdann von Pigmentzellen spricht; so vermag die Leberzelle Gallenfarbestoff in sich zu produziren.

Die Frage, welche der Stoffe eine Zelle durch ihre Thätigkeit bildet, welche von aussen in sie eingedrungen sind, ist in vielen Fällen eine sehr schwierige und eine oftmals genug überhaupt nicht zu entscheidende.

Die Rückbildung der Zellenbestandtheile, die Verflüssigung und Abfuhr der Zersetzungsprodukte, vermögen wir zur Zeit gewöhnlich nicht anzugeben. Gerade die rein zelligen Gewebe sind meistens zu wenig massenhaft, um eine chemische Untersuchung zu gestatten. Zuweilen unter günstigen Verhältnissen lassen sich ein paar Anhaltepunkte gewinnen. So kennt man in den Extraktivstoffen der gefärbten Blutzelle etwas, was als Zersetzungsprodukt derselben angesehen werden kann. So dürfen wir bei der chemischen und morphologischen Verwandtschaft der quergestreiften mit der glatten Muskulatur die Zersetzungsprodukte der ersteren auf letztere wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit übertragen und das Syntonin der kontraktilen Faserzelle wohl in ihr in Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Inosinsäure, Inosit und Milchsäure sich umsetzen lassen.

Indem wir diesen Abschnitt hiermit schliessen, möge nur noch die Bemerkung einen Platz finden, dass *Schwann* jene Phänomene, welche sich auf die chemische Umänderung der Zelle beziehen, als metabolische Erscheinungen bezeichnet hat und von einer metabolischen Kraft der Zelle spricht.

§ 71.

Der Stoffwechsel der thierischen Zellen, so dürftig das Wissen immerhin war, machte uns mit dem Abscheiden formloser Stoffe, mit dem Austritt von Flüssigkeiten, welche die Zersetzungsprodukte oder die Zelleninhaltsmassen in Lösung enthalten, bekannt. Ihnen reihen sich eine Anzahl anderer für die Histologie viel bedeutsamere Abscheidungen an, wo dann die von der Zelle abgegebene Masse erhärtet, bestimmte

Formen gewinnt, ein Vorgang, welcher für Gewebebildung von höchster Wichtigkeit und neuester Zeit besonders durch *Kölliker*[1]) gewürdigt worden ist.

Diese festen geformten Ausscheidungen sind für die Körper niederer Thiere allerdings von höherem Werthe als den menschlichen, scheinen übrigens auch noch in unserem Organismus eine sehr bedeutende Rolle zu spielen, obgleich die Grenzlinie dieser Vorgänge uns zur Zeit noch nicht klar vorliegt.

Einmal sehen wir, indem auf diesem Wege die einzelne Zelle mit einer zweiten Haut sich umhüllte, neben der primären Zellenmembran eine sekundäre entstehen.

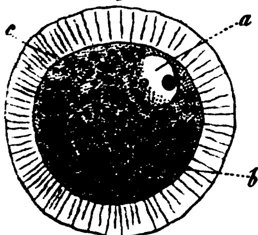
Es war *Remak*[2]), welcher im Jahre 1852 als der Erste den Versuch unternahm, die bekannte Lehre der Botaniker von den zwei Häuten pflanzlicher Zellen, dem sogenannten Primordialschlauch und der Cellulosenhülle pflanzlicher Zellen auch auf die thierischen zu übertragen, dabei jedoch unserer Meinung nach den Irrthum beging, diesen Prozess als einen ganz allgemeinen allen Zellen des Thierkörpers zu vindiziren. Weit entfernt, solche allgemeine Ausdehnung zu besitzen, ist die sekundäre Hülle zur Zeit nur mit Sicherheit für die Zellen des Knorpelgewebes, sowie das primitive Ei nachweisbar.

Fig. 61.

Schema dreier Knorpelzellen mit sekundären Zellenmembranen. *a* Kerne, *b* die primäre, *c* die sekundäre Zellenhülle.

In der That gelingt es an den Knorpelzellen, diese doppelten Membranen zu beobachten, indem der Zelleninhalt zunächst von der ursprünglichen Membran bei *b* überzogen wird und um dieselbe oftmals in beträchtlicher Verdickung die nachträglich von letzterer abgesonderte Umhüllung herübergeht. Sehr belehrend sind Bilder, wo durch Wassereinwirkung die primäre Zellenmembran sich von der sekundären entfernt hat (Fig. 61. 3.).

Fig. 62.



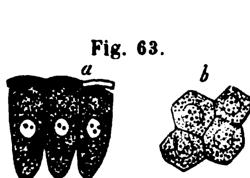
Das Ei des Maulwurfs (Kopie nach *Leydig*). *a* Kern, *b* Zelleninhalt, *c* verdickte, von Porenkanälen durchzogene Hülle.

War an der sekundären Knorpelzellenhülle keine weitere Struktur zu bemerken, so treten an dem Chorion der Eier, d. h. ihrer äusseren, gleichfalls beträchtlich verdickten Membran, eigenthümliche radienartige sehr feine Linien auf, welche der optische Ausdruck höchst zarter Gänge oder Kanäle, der sogenannten Porenkanäle sind, einer Bildung, auf die man ebenfalls erst in neuerer Zeit aufmerksam geworden ist und die zweifelsohne in das Zellenleben tief eingreift. Es muss im Uebrigen bei dem heutigen Zustande unseres Wissens noch zweifelhaft erscheinen, ob diese von Kanälen

durchzogene Umhüllung des Säugethiereies der einfacheren sekundären Zellenmembran der Knorpelzellen vollkommen auch darin entspricht, dass unter ihr noch eine besondere (primäre) Haut, eine Dottermembran, vorkommt oder ob hier abweichend die primäre Hülle des Eies nur durch den rindenartig erhärteten Theil des Zelleninhaltes repräsentirt wird. Letzteres halten wir im Uebrigen für wahrscheinlicher und kommen später darauf zurück.

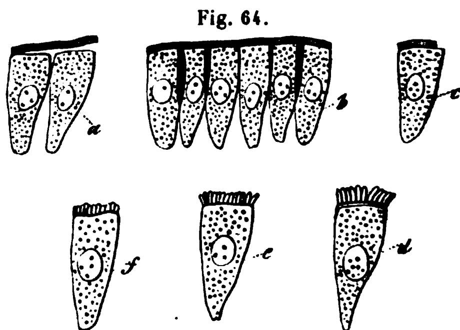
An die Seite dieser vollständigen, die ganze Zelle umgebenden sekundären Häute treten andere Absonderungen, welche nur partiell und zwar an der freien Oberfläche von Epithelien vorkommen. Es gehören hierher beim Säugethier die der Cylinderepithelien des Dünndarmes, mit einer Bildung sehr zierlicher Porenkanäle, welche in neuester Zeit unabhängig von einander *Funke* und *Kölliker* fast gleichzeitig entdeckt haben.

Fig. 63.



Cylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zelle mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

Fig. 64.



Dieselben Zellen; bei *a* der Saum durch Wasser und leichten Druck abgehoben; bei *b* die Ansicht in natürlichem Zustande; bei *c* ein Theil des verdickten Saumes zerstört, bei *d e f* löst sich durch längere Wassereinwirkung derselbe in einzelne stäbchen- oder prismaähnliche Stücke auf.

Schon seit langem wusste man nämlich, dass ein glasheller Saum die freien Oberflächen des Cylinderepitheliums der Dünndärme überzieht. Man hielt ihn aber früher für den optischen Ausdruck der verdickten primären Zellenmembran. Gegenwärtig kann kein Zweifel mehr herrschen, dass derselbe ein an der Aussenfläche jener gelegenes Zellensekret darstellt. In der Regel treten die freien Streifen, welche man für Porenkanäle mit Recht nimmt, deutlich hervor (Fig. 63. *a*. Fig. 64. *b*); ebenso sieht man bei Betrachtung der Zellen von oben eine feine Punktirung (Fig. 63. *b*.). Zuweilen vermisst man jedoch im Saume die Streifung gänzlich oder erkennt sie nur sehr undeutlich. Durch Druck, Wassereinwirkung kann der glashelle Saum von der Zellenoberfläche entfernt werden, sei es als zusammenhängender Streifen (Fig. 63. *a*. Fig. 64. *a*.) oder jeder Zelle besonders anhängend (Fig. 64. *e*—*f*.). Unter ihm tritt

alsdann die sekundäre Zellenmembran, über deren Existenz unterhalb der glashellen Schicht kein Zweifel herrschen kann, auf das schärfste und deutlichste hervor[4]); eben so wenn ein Theil der Belegemasse verloren gegangen ist (Fig. 64. *c.*). Besonders bezeichnend sind endlich Bilder (wie Fig. 64. *d.*), wo unter dem Saume in leichter Verdickung sogar noch die ursprüngliche Zellenhülle bemerkt wird. Durch Wassereinwirkung, durch schwache Kompression zerspaltet sich sehr leicht die Saummasse in einzelne stäbchenartige Stücke, welche unseren Cylinderepithelien eine grosse Aehnlichkeit mit Flimmer- oder Wimperzellen verleihen können. Auch an den Cylinderzellen der Gallenblase kommt nach *Virchow*[5]) ein ähnliches Verhalten vor[6]). Schliesslich noch die Bemerkung, dass diese partiellen Zellensekrete aus einem und zwar schon durch Wasser leicht veränderlichen Eiweissstoffe bestehen.

Anmerkung. 1) Man vergl. die höchst interessante Arbeit des genannten Verfassers in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. 37. — 2) *Müller*'s Archiv 1852. S. 63. Man s. auch dessen Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. — 3) *Funke* veröffentlichte seine Arbeit in *Siebold*'s und *Kölliker*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 315, *Kölliker* seine viel ausgedehnteren und gründlicheren Beobachtungen in den Würzburger Verhandlungen Bd. 6. S. 253. — 4) Mit dieser Auffassung sind andere Forscher, wie *Brücke*, *Brettauer* und *Steinach* (Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 23. S. 303) nicht in Uebereinstimmung. — 5) *Virchow*'s Archiv Bd. 11. S. 574. — 6) Derartige Abscheidungen an der freien Oberfläche von Zellen finden sich bei verschiedenen Thiergruppen im Verdauungsapparate; bei niederen Abtheilungen, z. B. den Arthropoden, erlangen sie an der Körperoberfläche eine noch weit grössere Bedeutung, indem sie die Chitinhülle dieser Geschöpfe darstellen. — Ueber Porenkanäle der Epidermoidalzellen von Fischen und Amphibien vergl. man *Kölliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 193.

§ 72.

Das zuletzt erwähnte Auftreten sekundärer Zellenausscheidungen an der freien Oberfläche der Cylinderepithelien musste wohl jeden Zweifel entfernen, dass die geformte Sekretion von der Zelle selbst geliefert wurde und nicht auf die Zellenmembran von der Umgebung her etwa aufgelagert war.

Weniger sicher hinsichtlich ihres Ursprungs müssen andere geformte Sekrete erscheinen, welche einmal unterhalb gewisser Zellen und dann an der Aussenfläche ganzer Zellenhaufen vorkommen und in letzterem Falle mit zusammenhängenden Lagen Kapseln, Säcke, Blindschläuche, Röhren und anderes mehr herstellen; Gebilde, welche alle in ihrem strukturlosen glasartigen Ansehen und meistens durch eine schwer lösliche, dem elastischen Stoff nahe verwandte oder identische Materie übereinkommen.

So bemerkt man unterhalb der Epithelialüberzüge, welche die äussere Haut, ebenso die Schleimhäute überkleiden, vielfach in wechselnder

Schärfe und Deutlichkeit eine glashelle Schicht (Fig. 65 *c*, *c*), die sogenannte intermediäre Haut *Henle's*[1]) oder die *Basement membrane* der englischen Forscher (*Todd* und *Bowman*)[2]). In ähnlicher Weise erscheint unter dem Epithelium, welches die hintere Wand der Hornhaut des Auges bedeckt, in Gestalt einer derben glashellen Membran die sogenannte *Demours*'sche oder *Descemet*'sche Haut.

Fig. 65.

Schema einer von Cylinderzellen bekleideten Schleimhaut. *a* Die Zellen, *b b* Zwischensubstanz zwischen ihren unteren Theilen, *c c* glashelle Schicht, *d* das faserige Schleimhautgewebe.

Wir legen nun allerdings weniger Gewicht darauf, dass die intermediäre Haut von dem unter ihr befindlichen Fasergewebe der eigentlichen *Mucosa* und des *Coriums* nicht getrennt werden kann (wohl aber die *Descemet*'sche Membran von der eigentlichen Hornhaut), sowie dass an ihr, ebensowenig als an der *Descemet*'schen Haut des Auges, der Antheil, welchen jede Zelle an der Bildung der ganzen Schicht genommen, nicht zu erkennen ist. Immer hin aber muss die Vorstellung, dass plastische Substanz erst in die Zellen hineintritt, um dann aus ihnen zurückkehrend und unterhalb der Zelle erstarrend, sich nachträglich zur Haut abzulagern, etwas Befremdliches haben. Der Gedanke einer unmittelbaren Ablagerung von der Nachbarschaft her ohne vorherige Betheiligung der Zelle drängt sich desshalb auf, noch mehr derjenige einer Modifikation der Grenzschichten der darunter gelegenen Faserlagen zur intermediären Haut.

Wie soeben bemerkt, kommen um Zellengruppen äusserlich homogene Schichten vor, welche namentlich an drüsigen Gebilden die

Fig. 66.



Dickdarmdrüsen des Kaninchens. *a* ein Schlauch mit Zellen, *b* Drüsen, bei welchen die *Membrana propria* von Zellen frei übrig geblieben ist.

Fig. 67.



Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei *a* eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria*; bei *b* entweicht der Inhalt durch einen Riss der ersteren Haut.

sogenannte *Membrana propria* herstellen, d. h. eine glashelle, die Drüse umgebende und die Form der Theile wie des Ganzen bestimmende Haut,

und hierdurch von grosser Bedeutung werden. So sehen wir derartige Häute in Form eines langen schmalen Blindsackes (Fig. 66 u. 67. *a*), die grosse Schaar schlauchförmiger Drüsen bilden, während aus der Zusammenfügung kleiner und kurzer, weithalsigen Flaschen gleichender Säckchen die nicht minder verbreitete Gruppe der traubenförmigen Drüsen aufgebaut wird (Fig. 68). Indessen auch um embryonale Zellenhaufen, welche zu bestimmten Gebilden sich später umwandeln, bemerkt man derartige Umhüllungen einer glasshellen Haut, so z. B. an der ersten Anlage der menschlichen Haare, wie sie von *Koelliker* beobachtet worden ist (Fig. 69).

Fig. 68.



Eine traubenartige Drüse (*Brunner*'sche) des Menschen mit den Beutelchen der *Membrana propria*.

Auch hier kann die Entstehung der homogenen Haut durch Festwerden eines Zellensekretes angenommen werden, wobei die Trennung der glashellen Hülle von den sie erzeugenden Zellen und der Umstand, dass die Hülle die Zellen, welchen sie ihren Ursprung verdankt, lange Zeit überdauert, von untergeordneter Bedeutung erscheinen müssen, während man allerdings nicht recht einsieht, warum bei einem Haufen gleichartiger Zellen nur denen der Aussenfläche, nicht aber auch denjenigen des Innern die Fähigkeit einer derartigen Abscheidung zukommen soll. Abermals muss die Auffassung einer unmittelbaren Auflagerung auf die Zellengruppen von der Umgebung her plausibler erscheinen[3]). Jedenfalls verlangt der Gegenstand bei seiner histologischen Bedeutung eine weitere Untersuchung.

Fig. 69.

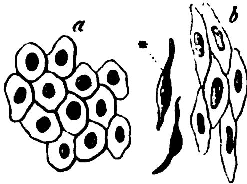


Haaranlage eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a b* Oberhautschichten, *m m* Zellen der Haaranlage, *i* glashelle sie überkleidende Hülle (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Die eben behandelten Vorkommnisse führen uns zu einer Lehre der Histologie, welche von *Schwann* herrührend, auf den Entwicklungsgang unserer Disziplin den grössten Einfluss geübt und die Vorstellungen über Zellenbildung lange Zeit bestimmt hat, auf den Lehrsatz nämlich vom Cytoblastem oder der Grundsubstanz, einer Masse, welche,

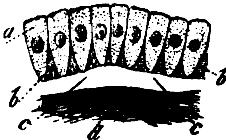
wenn sie zwischen zelligen Gewebeelementen vorkommt, die Benennung der Intercellularsubstanz erhalten hat.

Fig. 70.



Einfache Plattenepithelien, *a* einer serösen Membran, *b* der Gefässe.

Fig. 71.



Cylinderzellen mit Zwischensubstanz. *b b*.

Fig. 72.



Knorpelzellen in sehr verschiedenen Gestalten mit homogener Intercellularsubstanz; schematische Darstellung.

Fig. 73.



Fasernetzknorpel aus dem Kehldeckel des Menschen.

Untersuchen wir nämlich aus Zellen bestehende Theile des Körpers, so treffen wir vielfach jene so dicht aneinander gedrängt, dass Zelle unmittelbar an Zelle grenzt und von einer dazwischen befindlichen, die Zellen zusammenhaltenden Substanz nichts bemerkt werden kann. So sehen wir es beispielsweise an manchen Epithelien, z. B. den plattenartigen, welche die Oberfläche der serösen Säcke und die Innenseite der Gefässe überkleiden (Fig. 70). Andererseits begegnen wir Zellenlagen, wo zwischen den einzelnen unsrer Gebilde ein Bindemittel in Gestalt einer Zwischensubstanz, wenn auch nur in geringer Mächtigkeit hervortritt; so z. B. an den schon früher erwähnten Cylinderzellen (Fig. 71).

Rücken dagegen die Zellen eines einfachen Gewebes weiter auseinander, so gewinnt die Zwischensubstanz eine grössere und grössere Mächtigkeit und beginnt die Konsistenz des ganzen Gewebes zu bestimmen. Ein höchst auffallendes Beispiel bietet uns in dieser Hinsicht das Knorpelgewebe dar (Fig. 72).

Die Zwischenmasse erscheint übrigens, was ihr Ansehen betrifft, vielfach verschieden, womit auch Differenzen der Mischung Hand in Hand gehen. So trifft man sie — und dieses ist allerdings das häufigste Ansehen — ganz wasserhell, ohne Körnchen etc., z. B. zwischen den Epithelien. In manchen Arten der Knorpel erhält sie eine milchglasartige Treibung. Andere dieser Theile zeigen uns die Intercellularmasse fein gestreift, sei es über geringere oder grössere Strecken.

Ein sehr eigenthümliches Bild gewähren uns endlich Knorpel einer dritten Art, die sogenannten Netzknorpel, bei welchen die Intercellularmasse als ein Gewebe unregelmässig sich kreuzender und verfilzender Balken und Fasern auftritt (Fig. 73).

In chemischer Hinsicht erscheint die Zwischensubstanz als eine Eiweissstoffe, Albumin und Fibrin, in Lösung haltende Flüssigkeit von alkalischer Reaktion (Blut, Lymphe), als geronnene eiweissartige Substanz (Epidermiszellen, Nagelzellen), als leimgebendes Gewebe, so Chondrin in bleibenden Knorpeln, oder als elastischer Stoff (in Netzknorpeln).

Schwann hatte die Intercellularmasse als das Primäre betrachtet und in ihr erst die nachträgliche Entstehung der Zellen angenommen, eine Auffassung, welcher lange Zeit hindurch der grösste Theil der Histologen huldigte. Da indessen in frühester Embryonalzeit zwischen den Bildungszellen werdender Gewebe eine derartige Grundsubstanz nicht vorkommt, muss der Gedanke (namentlich bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft) sich aufdrängen, ob nicht die Intercellularsubstanz überhaupt als eine Abscheidung von Zellen aufzufassen sei, wobei selbstverständlich die von einer jeden Zelle bereiteten Absonderungen zur gemeinschaftlichen Masse zusammengeflossen wären.

In der That gewinnt man an Knorpeln Ansichten, welche einer derartigen Erklärung günstig sind. So bemerkt man bei sekundären Zellenmembranen dieses Gewebes nicht selten, wie die peripherischen Schichten jener vielfach ohne Abgrenzung in die umgebende Intercellularsubstanz sich verlieren und wirklich möchte auch für den Knorpel die Produktion der Intercellularmasse wenigstens theilweise von den Zellen her nicht geläugnet werden können. Andererseits lehren physiologische Verhältnisse über allen Zweifel, dass die flüssige Intercellularsubstanz des Blutes, der Lymphe, des Chylus nicht von den Zellen geliefert und bereitet wird. Auch für einen Theil der festen zelligen Gewebe muss eine Entstehung der Intercellularmasse unabhängig von den vorhandenen Zellen, d. h. durch eine unmittelbare Abscheidung plastischer Materie aus den Blutgefässen gegenwärtig noch als wahrscheinlicher festgehalten werden.

Anmerkung: 1) *Henle*, Allgem. Anatomie S. 1009 und 1010. — 2) *Physiol. Anatomy. Vol. I. p.* 47 *et* 430. — 3) Man vergl. hierzu die Bemerkungen von *Henle* in seinem und *Meissner*'s Jahresbericht für 1857 S. 9.

§ 73.

In einem der früheren §§ wurde die Frage behandelt, in wiefern das Wachsthum der Theile mit einer einfachen Vergrösserung vorhandener Zellen zusammenfällt und wie weit das wachsende Organ nicht allein grössere, sondern auch zahlreichere zellige Elemente aufzuweisen hat. Letzteres ergab sich als Regel; zellige Theile, welche an Masse zunehmen, zeigen gewöhnlich eine Vermehrung der Zellen. Ebenso ist die Zelle gleich allen organischen Bildungen vergänglich und nach allem, was wir vermuthen und wissen, wohl stets, wenn auch in weiten Schranken, mit einer Lebensdauer versehen, die bedeutend hinter derjenigen des Organismus

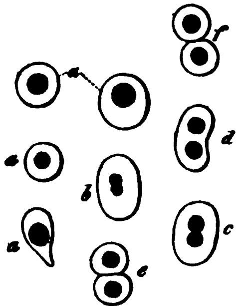
zurückbleibt und manchmal, mit letzterer verglichen, verschwindend klein genannt werden kann. Selbstverständlich muss darum unseren Zellen entweder die Fähigkeit der Vermehrung, der Bildung ihres Gleichen, der Erzeugung einer Nachkommenschaft zukommen oder unabhängig von vorhandenen entstehen mit einer Art von Urzeugung in den Geweben Generationen neuer Zellen.

Dass nun wirklich thierische Zellen die erstere Fähigkeit besitzen, lehren zunächst die Theilungsvorgänge, welche man nachdem Vorgange *Remak*'s schon seit längeren Jahren an Zellen vereinzelt kannte, bis sie in neuester Zeit häufiger und häufiger angetroffen worden sind.

Theilungen kommen einmal an Zellen vor, bei welchen nur eine einzige primäre Zellenhaut existirt, andererseits aber auch an solchen, wo zu der primären Membran eine sekundäre hinzugekommen ist (§ 71). Hiernach erfährt der Vorgang gewisse Modifikationen. Bei der Theilung einhülliger Zellen wird das ganze Gebilde durchgeschnürt, bei derjenigen zweihülliger Zellen bleibt die sekundäre Membran unverändert und starr über der sich darunter theilenden Zelle. Man bezeichnet letzteren Vorgang mit dem Namen der endogenen Vermehrung oder Zellenbildung.

1) Die Theilung einhülliger Zellen oder, wie man sie auch nennen kann, die freie Zellentheilung lässt sich schön und scharf an den farbigen Blutkörperchen junger Säugethier- und Vogelembryone verfolgen. Bei ersteren (Fig. 74) zeigt uns die meistens rundliche Blutzelle einen kugligen Kern (*a*), welcher, wenn es zur Vermehrung geht, oval wird, um bald eine leichte quere Einschnürung erkennen zu lassen, wobei die ganze Zelle die rundliche Form gegen eine ovale vertauscht (*b*). Diese an dem Kern auftretende Querfurche schneidet tiefer und tiefer ein, so dass hierdurch der Nucleus endlich in zwei Stücke zerfällt (*c*), welche anfänglich, ihren Ursprung verrathend, noch dicht beisammen liegen, später aber sich weiter von einander entfernen (*d*). Jetzt beginnt, bald mehr regelmässig, bald anfänglich nur an der einen Seite, auch die Zellenwand die gleiche Einschnürung zu erleiden, welche in ihrem weitern Fortschritt die Zelle zu einem doppelbrodartigen Ansehen (*e*) überführt. Später sind die beiden Zellenhälften nur noch durch eine schmale Brücke verbindender Substanz zusammenhängend (*f*), die schliesslich die vollkommene Durchschnürung erleidet, so dass mithin eine Zelle in zwei zerfallen ist. Letztere erlangen durch nachträgliches Wachsthum bald das typische Ausmaass. Bei Hühnerembryonen, einem leichter zu beschaffenden Beobachtungsobjekte, sieht man deutlich im Kern der Blutzellen den Nu-

Fig. 74.



Blutkörperchen junger Hirschembryone; bei *a a a* die meist kugligen Zellen; *b*—*f* Theilungsprozess derselben.

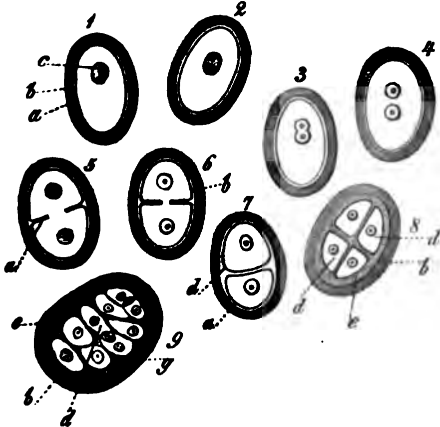
cleolus den Theilungsprozess zuerst durchlaufen[1]). Mit Unrecht hat man neuerlich den Vorgang für das embryonale Blut in Abrede stellen wollen (*Billroth*[2])).

Anmerkung: 1) Ueber die Theilung der Blutzellen vergl. man die angeführte Schrift von *Remak*. S. 22. Tab. III. Fig. 37 (Hühnerembryo), sowie dessen Aufsatz in *Müller's* Archiv 1858. S. 178; ferner *Koelliker* in *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift. Bd. 4. S. 112 und *Fahrner, De globulorum sanguinis in mammalium embryonibus atque adultis origine. Diss. Turici* 1845. Farbige Blutzellen mit komplizirterer Theilung, mit vier Kernen z. B., sind mir bisher weder bei Früchten von Säugern noch Vögeln mit Sicherheit vorgekommen. Ein Weiteres über diesen Gegenstand beim Blute. — 2) Vergl. dessen Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe. Berlin 1856. S. 7.

§ 74.

2) Gehen wir jetzt zur Theilung umkapselter oder zweihülliger Zellen über, so liefern uns für diesen Vorgang die zelligen Elemente des Knorpelgewebes ein Beispiel. Die endogene Vermehrung der Knorpelzellen läuft indessen keineswegs immer mit der Einfachheit des vorigen Theilungsaktes ab und ist ein Vorgang, dessen Einzelheiten wir leider noch nicht vollständig kennen, so dass die nachfolgende Darstellung Manches hypothetisch ergänzen muss (Fig. 75).

Fig. 75.



Schema sich theilender Knorpelzellen mit sekundärer Hülle. *a* Primäre Zellenhaut, *b* sekundäre, *c* Kern, *d* endogene Zellen, *e* nachträgliche Absonderungen derselben.

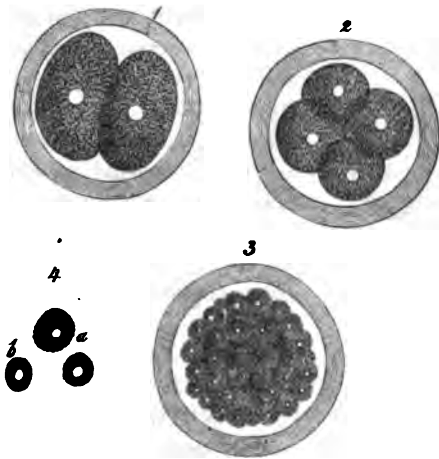
Der Kern, der mit doppelter Hülle (der primären *a* und der sekundären *b*) bekleideten Zelle zeigt anfänglich einen einfachen Nucleolus (1). Dieser wird, wenn die Vermehrungsvorgänge anheben, doppelt (2), worauf der Kern eine Querfurche unterscheiden lässt (3). Letztere führt darauf die Trennung des Nucleus in zwei Theile herbei (4), die aus einander treten und nun eine Einfurchung oder Einschnürung der primären Zellenhülle einleiten (5). Diese greift tiefer (6), so dass endlich innerhalb der ganz passiv sich verhaltenden sekundären Hülle zwei getrennte Zellen (7) die Folge sind. Man nennt letztere Tochterzellen, während die ursprüngliche Zelle oder, genauer gesagt, deren accessorische Zellenmembran den nicht ganz passenden Namen der Mutterzelle empfangen hat.

Ist die angeführte Darstellung richtig [1]), so liegt das Unterscheidende gegenüber der bei 1) besprochenen einfachen Theilung nur in der Gegenwart der zweiten äusseren Zellenmembran, so dass ein Blutkörperchen des Säugethierembryos, welchem wir eine sekundäre Hülle hinzugefügt dächten, genau das Theilungsschema der Knorpelzelle wiedergeben würde.

Indessen die Vermehrung der Knorpelzelle bleibt hierbei keineswegs immer stehen. Die beiden sogenannten Tochterzellen können aufs Neue den gleichen Theilungsprozess wiederholen, so dass die sekundäre Hülle vier Tochterzellen umschliesst (8), bei welchen nachträgliche sekundäre Abscheidungen erfolgen (*e*). Der Vorgang sich weiter wiederholend, kann schliesslich ganze Generationen neuer Zellen in gemeinschaftlicher sekundärer Hülle herbeiführen (9).

Indem die sekundäre Hülle der Mutterzelle mit der umgebenden Zwischensubstanz zur gemeinschaftlichen Masse zusammenfliesst, vermögen die Tochterzellen schliesslich frei in der Grundmasse zu liegen. Wir sind berechtigt, einem Theil der Knorpelzellen, die nach dem obigen Schema sich vermehrt haben, dieses scheinbare Freiwerden zuzuschreiben. Andererseits bleiben viele der Tochterzellen beständig in der sekundären Hülle ihrer Mutterzellen eingeschlossen.

Fig. 76.



Theilung des Säugethiereis, halbschematisch. 1. Die Dottermasse in zwei, 2 in vier Kugeln mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine grosse Zahl gekernter Kugeln. 4. *a* die Kugeln ohne deutliche Hülle, bei *b* mit einer Zellenmembran.

Eine ähnliche Zellentheilung von grösster anatomischer und physiologischer Bedeutung bietet uns das befruchtete Ei mit der sogenannten Dotterfurchung dar (Fig. 76). Leider ist diese gerade beim Säugethier noch nicht in irgendwie befriedigender Weise gekannt. Ebenso dürfte auch die primäre Zellenhülle des Eies mehr in einer Erhärtung der Dotteroberfläche zu einer unvollkommnen Schale bestehen, da eine zu isolirende Zellenmembran nicht vorhanden ist (vergl. § 71). Der ursprüngliche Kern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) scheint anfänglich zu verschwinden. Dann bemerkt man zwei helle Stellen, zwei neue Kerne und um jeden den halben Zelleninhalt oder die halbe Dottermasse, wie man sich hier ausdrückt, zusammengeballt (1). Durch weitere Theilungen entstehen ebenfalls getrennt

aus diesen beiden sogenannten Furchungszellen vier (2), aus diesen acht, und so fort, bis endlich in Folge fortgehender Theilungen die sekundäre Zellenmembran eine grosse Zahl kleiner kernhaltiger Zellen umschliesst (3, 4. *a*), an welchen später endlich auch eine Membran deutlicher heraustritt (4. *b*). Aus letzterm Zellenhaufen erfolgt die erste Anlage des embryonalen Leibes.

Diese Zellenvermehrung zeigt uns das Ei in weitester Verbreitung durch die Thierwelt[2]) Besonders lehrreich sind Beobachtungen, welche man bei manchen Gruppen niederer Thiere zu machen im Stande war, wo einmal der ursprüngliche Zellenkern des Eies bleiben und dann die Theilungsphänomene der späteren aus ihm hervorgegangenen und mit deutlichen Nucleolis versehenen Kerne in grösster Schärfe verfolgt werden können[3]). Es steht zu hoffen, dass erneute Untersuchungen auch für das Säugethierei zu ähnlichem Resultate führen und so den Vorgang der Dottertheilung von manchen Widersprüchen und Verschiedenheiten befreien werden, welche zur Stunde in unbehaglicher Weise das theoretische Verständniss erschweren[4]).

Eine irgendwie genügende Erklärung der Zellentheilungen, wenn es sich um den Mechanismus des Prozesses handelt, vermag die Wissenschaft noch nicht zu geben. Da die Theilung des Nucleolus wohl nicht immer den Vorgang einleitet, fällt diese als Ausgangspunkt bei dem Versuche einer Erklärung weg. Am nächsten liegt wohl der Gedanke, durch ein partielles stärkeres Wachsthum der Kern- und Zellenhülle (nämlich an der Theilungsstelle) die Einfaltung derselben und die Einschnürung des Ganzen zu Stande kommen zu lassen, wobei allerdings diese Art des Wachsthums noch ihres Verständnisses harrte. Die Kontraktilität des Zelleninhaltes als ein keineswegs allgemeines Vorkommniss kann für die Zellentheilung nicht wohl benutzt werden.

Anmerkung: 1) Die sogenannte endogene Zellenvermehrung bietet im Uebrigen noch manche dunkle und räthselhafte Seite dar. Eine endogene Theilung, nicht durch Einfaltung der primären Zellenhaut, sondern durch das einfache Einwachsen einer Scheidewand beobachtete kürzlich für den Knorpel der *Neritina*, einer Schnecke, *Claparède* (*Müller*'s Archiv 1857. S. 159). — 2) Es würde die Grenzen dieser Arbeit weit überschreiten, in die Zellentheilung des Eis näher einzutreten. Nur so viel sei hier bemerkt, dass der Prozess der Dottertheilung in grösster Verbreitung durch die Thierreihe angetroffen ist und als ein zweifacher, eine totale Theilung, wie die oben beschriebene des Säugethiers sie zeigte, und eine partielle erscheint, wobei ein Theil der Dottermasse oder des Zelleninhaltes an dem Theilungsakte keinen Antheil nimmt. — 3) Sehr günstige Objekte bieten gewisse Helminthen-eier dar, z. B. manche Ascaris- und Strongglusarten. Man vergl. *Bagge*, *De evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatae. Diss. Erlangen* 1841, und *Koelliker* in *Müller*'s Archiv 1843. S. 68. — Auch bei den Tardigraden ist die Theilung der Kerne sehr schön zu unterscheiden, wie ich mit *Kaufmann* sah. Vergl. *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift. Bd. 3. S. 220. Tab. 6.— Eine Art endogener Kerntheilung, wie sie *Koelliker* annimmt, habe ich niemals gefunden und halte sie für einen Irrthum. Man vergl. auch hierzu eine Stelle von *Remak* a. a. O. S. 139. — 4) Hierher gehört na-

mentlich eine noch unaufgeklärte Frage. Die früheren Beobachter hatten für die verschiedensten Thiere angenommen, dass der erste Schritt zu einer weitern Umänderung des Eis das Schwinden des Keimbläschens sey, so dass die sogenannte Dottertheilung mit einer Neubildung eines Kerns, der alsdann in zwei zerfiele, verbunden sein müsste. In neuerer Zeit hat man zunächst bei niederen Thieren Fälle von Persistenz des Zellenkernes, d. h. des Keimbläschens kennen gelernt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in letzterer Weise der Theilungsprozess des Eis allein seine volle Verständlichkeit findet und es steht zu hoffen, dass die Zukunft dies Bleiben des ursprünglichen Kernes als allgemeine Erscheinung zeigen werde, da sonst hier statt einer Kerntheilung eine Urzeugung des Nucleus angenommen werden müsste, eine Vorstellung, welche zu unserm gegenwärtigen histologischen Wissen nicht mehr recht passen will.

§ 75.

Es entsteht die Frage: ist in den beiderlei geschilderten Theilungsprozessen thierischer Zellen der ganze Vermehrungsakt unserer Elementartheile enthalten oder vermag noch auf anderen Wegen die Zelle ihres Gleichen zu bilden?

Wenden wir uns an den Leib der Wirbelthiere, so scheint mit beiderlei Vorgängen wenigstens das Wesentlichste der Zellenvermehrung gegeben zu sein, indem höchstens nur unbedeutende Modifikationen der Theilung uns zur Zeit bekannt wurden.

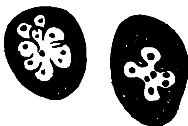
Fig. 77.



Eine Furchungszelle des Frosches in der Dreitheilung (nach *Remak*).

So beschreibt *Remak*[1]) einen Theilungsakt von Zellen mit einfacher Hülle bei niederen Wirbelthieren, d. h. dem Frosche, wo die Spaltung der Zelle nicht nach der Zweizahl erfolgt, wo vielmehr unmittelbar die Theilung drei, vier, sechs Zellen aus einer einzigen hervorgehen lässt. Im Uebrigen verhält sich der Vorgang, was Kern und Hülle betrifft, dem einfachen dichotomischen Zerfallen der Zelle ganz ähnlich, wie uns Fig. 77, eine in der Dreitheilung begriffene Zelle des sich entwickelnden Froschdotters, lehren kann. Auch für den Körper der höheren Wirbelthiere kommen zweifelsohne derartige Theilungen vor, bei welchen aus dem Zerfall einer Zelle mehr als zwei Abkömmlinge hervorgehen.

Fig. 78.



Farblose Blutzellen aus der Milz einer jungen Katze (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Eine andere Art von knospenartiger Vermehrung des Kernes entdeckte kürzlich *Koelliker*[2]) an grossen farblosen Zellen aus der Milz junger Säugethiere (Fig. 78). Diese schon seit längerer Zeit bekannten[3]), bis 0,02''' und mehr im Durchmesser haltenden Zellen liessen häufig ihre Kerne zu 3 bis 5 und mehr zusammenhängend erkennen, so dass eine eigenthümliche Modifikation des Theilungsprozesses des Nucleus hiermit vorliegen dürfte. Noch auffallendere aus einem Pigmentkrebs

der Lymphknoten herstammende Zellen, wo die Kernknospen durch lange dünne Stiele zusammenhingen, beschrieb *Virchow*[4]). Uebrigens sind für Insekten verwandte Vorkommnisse des Nucleus schon seit langem durch *H. Meckel*[5]) bekannt gewesen.

Knospenartige Vermehrungen ganzer Zellen kennt man zur Zeit für den Körper des Menschen und der höheren Thiere noch nicht. Nach *Meissner*[6]) sollten sie in ausgezeichneter Weise an den Eiern von gewissen Eingeweidewürmern vorkommen, Beobachtungen, welche aber neuerdings mehr als zweifelhaft geworden sind, so dass diese Zellenvermehrung hier vorläufig übergangen werden muss.

Anmerkung: 1) a. a. O. — 2) Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 186. — 3) Vergl. die früher erwähnte Dissertation von *Fahrner*. — 4) Dessen Archiv Bd. 11. S. 89. Taf. 1. Fig. 14. *a*. — 5) *Müller*'s Archiv 1846. S. 88. — 6) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 5. S. 262.

§ 76.

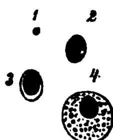
Von den beiden in dem früheren § geschilderten Fortpflanzungs- oder Vermehrungsweisen thierischer Zellen war die sogenannte endogene Zellenbildung schon seit langem bekannt, wenn gleich sie in ihrem Detail manchfach andere Deutungen erfahren hatte. Erst später gelangte man zur Erkenntniss der Theilung überhaupt, um deren ausgedehnteren Nachweis sich namentlich zwei Forscher, *Remak* und *Virchow*, ersterer auf embryologischem, letzterer auf pathologischem Gebiete, grosse Verdienste erworben haben. Von ihnen ist ein Widerspruch gegen eine Lehre ausgegangen, welche von *Schwann* herrührend, lange Zeit hindurch unsere Vorstellungen über Histogenese beherrschte, und diese Opposition hat in der letzten Zeit solche Stärke gewonnen, dass sie die *Schwann*'sche Doktrin zu verdrängen bestimmt zu sein scheint.

Nach den Annahmen *Schwann*'s nämlich sollten sich die thierischen Zellen frei, d. h. unabhängig von schon existirenden bilden. Es ist, lehrt er, entweder in schon vorhandenen Zellen oder zwischen diesen eine strukturlose Substanz da, der Zelleninhalt oder die Intercellularsubstanz. Diese Masse oder das Cytoblastem besitzt nach ihrer chemischen Beschaffenheit und der Stufe ihrer Vitalität in mehr oder weniger hohem Grade die Fähigkeit in sich, die Entstehung neuer Zellen zu veranlassen. — Die Zellenbildung stellt für die organische Natur dasjenige dar, was für die anorganische die Krystallisation ist. — Ueber die Art der Zellenbildung im Einzelnen, d. h. über die Weise, in welcher Moleküle zur Zelle zusammengefügt werden oder über die plastischen Erscheinungen der Zellen, wie *Schwann* sich hier ausdrückte, erhalten wir folgende Theorie:

Zuerst entsteht im Cytoblasteme ein kleines Körperchen, der Nucleolus, und indem dieser auf umgebende Massentheilchen anziehend wirkt, schlägt sich äusserlich um denselben eine neue Substanzschicht

nieder, welche zum Nucleus sich umgestaltet. Geschieht diese Ablagerung und Verschmelzung der Kernmoleküle an der Peripherie, so wird der Nucleus hohl, bläschenförmig. Da wo der Kern zwei Nucleoli einschliesst, sollen die jeden Nucleolus ursprünglich umlagernden Moleküle zur gemeinsamen Kernmasse zusammengeflossen sein. Um den Nucleus setzt sich in Wiederholung des Prozesses eine zweite Schicht ab, welche von der umgebenden Masse verschieden, anfänglich noch nicht scharf begrenzt ist, später aber es wird. Diese Schicht äusserlich erhärtend bildet Zellensubstanz und Zellenmembran. Wo zwei Kerne in einer Zellenhöhle eingeschlossen sind, wiederholt sich das Verhältniss der doppelten Kernkörperchen zum Nucleus. — Anfangs liegt die neugebildete Hülle dem Kerne noch dicht an, die Zellenhöhle und mit ihr die ganze Zelle ist noch klein. Später vergrössert sich die Membran mehr und die Zelle erhält schliesslich ihren spezifischen Inhalt. Als Beispiel der *Schwann*'schen Auffassung kann das nebenan stehende Zellenschema (Fig. 79) dienen, wo mit einer Zahlenreihe bezeichnet die einzelnen Bildungsstufen vorgeführt sind.

Fig. 79.



1 Bildung des Kernkörperchens, 2 des Kerns, 3 der Zellenmembran und 4 schliessliche Einfüllung des Inhalts unter Vergrösserung der Zelle.

Zu dieser Anschauung gesellte sich später noch eine andere, wornach der Kern bei gewissen Zellen zunächst von dem künftigen spezifischen Zelleninhalte umlagert wird und dann erst zuletzt um diese den Nucleus im Innern beherbergende Masse (die sogenannte Umhüllungskugel) eine Membran erhärtet und die ganze Bildung vollendet ist.

Die beistehende Zellenreihe (Fig. 80) wird uns ohne eine weitere Besprechung in den Stand setzen, diesen Vorgang im Gegensatze zur *Schwann*'schen Entstehungsweise zu begreifen.

Fig. 80.



1. Bildung des Nucleolus; 2. des Kerns; 3. Umhüllung des Kerns durch die Inhaltsmasse der zukünftigen Zelle; 4. schliessliche Bildung der Zellenmembran.

Jahre lang scheinen diese beiden Entstehungsarten thierischer Zellen über allen Zweifel bewiesen zu sein, und nur über die grössere Verbreitung der einen gegenüber der andern herrschten Differenzen der Meinungen. Freie Kerne galten als Beweise der Präexistenz dieses Gebildes, obgleich man auch zugeben musste, dass der Kern durch Platzen der Zellenmembran frei werden konnte. Das Vorkommen von Zellen in Flüssigkeiten, wie der Lymphe, dem Schleim und Eiter liess sich auf jenem Wege freier Zellenentstehung scheinbar vortrefflich erklären und Zellenvermehrungen von bereits vorhandenen Zellen, deren Existenz man allerdings nicht läugnen konnte, wurden als Ausnahmefälle angesehen. Allerdings ergab diese »Urzeugung« der thierischen Zelle gegenüber den pflanzlichen, welche nur von schon existirenden Zellen

ihren Ursprung nehmen, einen befremdenden Gegensatz zwischen dem Aufbau des pflanzlichen und des thierischen Organismus. Andererseits aber schien die auf *Schwann*'s Arbeiten fussende rasche Entwicklung der pathologischen Gewebelehre auch in diesem Gebiete die theoretischen Anschauungen des genialen Mannes zu bestätigen. Die Organisation der Exsudate, die Bildung von Geschwülsten etc. wurden, im obigen Sinne interpretirt, zu Stützen der freien Zellenentstehung.

Indem *Remak*[1]) in ausgedehnter Weise darthat, dass bei den Embryonen der Wirbelthiere eine freie Zellenbildung nicht vorkommt, sondern alle neuen Zellen nur aus Theilungen schon vorhandener ihren Ursprung nehmen, musste zunächst für den Aufbau des embryonalen Leibes die *Generatio aequivoca* der thierischen Zelle unhaltbar erscheinen. Auch für die pathologischen Gewebeverhältnisse, in weit schwierigerem und unsicherem Gebiete, bemühte sich *Virchow* mit Aufgeben früherer theoretischer Anschauungen den Beweis zu führen, dass eine Urzeugung der Zelle hier ebenfalls nicht existirt, und er führte diesen Beweis mit vielem Glück und grossem Erfolg. Ebenso ergab bei den zelligen Geweben des gesunden reifen Körpers eine Revision der vorhandenen Untersuchungen den Mangel freier Kerne an Stellen, wo Neubildungen der Zelle vorkommen, in gleicher Weise für membranlose Zellen mit Leichtigkeit eine andere Deutung. Auch die für so sparsame Vorkommnisse ausgegebenen Zellentheilungen kamen, als man einmal ernstlich darnach zu suchen anfing, weit zahlreicher zum Vorschein, als man geglaubt hatte.

So ist denn in unsrer Disziplin zur Zeit ein Wendepunkt eingetreten. Die Histologen werfen die freie Zellenbildung gegenwärtig über Bord und nehmen nur die Entstehung der Zelle von schon vorhandenen derartigen Gebilden ziemlich allgemein an; allerdings, wie man bekennen muss, mehr in Form eines wissenschaftlichen Glaubenssatzes. Denn an der Hand der Thatsachen lässt sich der Beweis noch nicht führen, dass die spontane Zellenentstehung, welche am Ende auch physiologisch nichts Widersinniges enthält, dem Organismus vollkommen abgehe. Und in der That dürfte der Nachweis, dass mitten in den meist unzugänglichen Geweben des lebenden Körpers eine freie Zellenbildung nicht vorkommt, kaum jemals zu liefern sein und an der Leiche mehr nebenbei gewonnene Beobachtungen noch für lange Zeit von den Anhängern einer *Generatio aequivoca* der Zelle zu Gunsten ihrer Anschauung gedeutet werden. Offenbar können, — dieses muss die unpartheiische Prüfung zugeben — zur Stunde noch manche Gewebeverhältnisse mit einer *Generatio aequivoca* der thierischen Zelle scheinbar besser und einfacher gedeutet werden als an der Hand der neuen Lehre. Ebenso darf es uns kein Wunder nehmen, wenn bei den vorhin gedachten Schwierigkeiten, einzelne Versuche für diesen oder jenen Theil des Körpers die freie Zellenbildung zu beseitigen, kein oder nur ein sehr zweifelhaftes Resultat ergeben haben[2]).

Und wirklich möchte man, eingedenk des früheren Zustandes unserer Wissenschaft, wo man Dezennien hindurch ziemlich allgemein und

mit einer gewissen Leichtfertigkeit der *Schwann*'schen Doktrin anhing, im gegenwärtigen Augenblicke, wo eine neue Grundanschauung der Zellengenesis, gestützt auf ein immerhin noch sehr geringes thatsächliches Material, verfochten und als allgemeiner Satz hingestellt wird, zur Vorsicht mahnen. Drängt auch alles zur Annahme, dass eine Urzeugung der thierischen Zelle ebensowenig vorkommt, als eine *Generatio aequivoca* der niedrigsten Thiere, so kann es immerhin nicht unverdienstlich unter manchen Gesichtspunkten genannt werden, wenn die alte Auffassung noch ihre Vertheidiger und die neue Lehre ihre Angreifer findet. Die Wissenschaft wird hierdurch gezwungen sein, zur Begründung ihres Lehrsatzes nach dem noch so nothwendigen faktischen Materiale sich umzusehen, um, wie es ja auch bei der *Generatio aequivoca* der Thiere und Pflanzen der Fall war, den Gegner aus einer Verschanzung nach der andern zu treiben, und die Gewebelehre wird hierdurch nur gewinnen können, wie es bei der betreffenden Streitfrage für Zoologie und Botanik reichlich der Fall gewesen ist[3]).

Anmerkung: 1) Vergl. dessen angeführtes Werk, besonders die gute kritische Darstellung der Zellentheorien von S. 164—179, sowie den Aufsatz in *Müller*'s Archiv 1852. S. 74. — 2) Dahin gehört ein Versuch *Koelliker*'s über die Bildung der Lymphkörperchen; s. *Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift. Bd 7. S. 182. — 3) Wir möchten hier noch auf die Bemerkungen verweisen, welche über diesen Gegenstand *Henle* in seinem Jahresberichte für 1856 S. 8 machte.

§ 77.

Was den Untergang thierischer Zellen betrifft, so sehen wir hier unser Gebilde von sehr verschiedenem Geschicke betroffen werden.

Einmal endet die Existenz mancher thierischer Zellen auf rein mechanischem Wege, indem durch Abreibung und Abschilferung die Verbindung derselben mit dem Körper getrennt wird. So sehen wir die obersten kernlosen schüppchenartigen Zellenlagen der Epidermis losgetrennt werden, in ähnlicher Weise die äussersten kernführenden Zellenlagen geschichteter Schleimhautepithelien, so z. B. desjenigen der Mundhöhle. Auch an mehr oder wirklich einfachen Epithelienüberzügen findet eine derartige Abtrennung, wenngleich nicht in dem Grade, wie man früher angenommen hat, statt. Der Schleim führt somit die getrennten Epithelien seiner Lokalität.

Indessen diese Weise des Zellenunterganges ist die seltenere. Häufig geht die Zelle durch Aenderungen ihrer Konsistenz und Mischung zu Grunde.

Wohl die gewöhnlichste Art ist diejenige der Auflösung, des Platzens der Zellenhülle, des Freiwerdens des Inhaltes und der schliesslichen Verflüssigung des Kernes, wenn überhaupt ein solcher noch vorhanden war. So nimmt man einen derartigen Untergang für die Blutkörperchen,



Cylinderzellen des Darms vom Kaninchen. *a*, *b* In der Zersetzung und Auflösung begriffene Zellen, (*c*. Cylinder durch Wassereinwirkung etwas verändert, *d* die Cylinderzellen durch die letzteren kuglig aufgebläht.)

für die Zellen, welche die Hohlräume der Drüsen auskleiden, für die Zellen, in welchen die Samenfäden sich entwickeln, an. Diese Verhältnisse der allmählich der Auflösung anheimfallenden Zelle sind auch noch in einer anderen Hinsicht von Interesse, weil derartige Bilder von den Anhängern der alten Zellentheorie mit Umdrehung der Reihenfolge in ihrem Sinne offenbar vielfach gedeutet wurden.

Zuweilen, wie gerade beim Epithelium, kommen beiderlei Weisen des Zugrundegehens neben einander vor. So wird von den mit verdickten Säumen versehenen Cylinderzellen des Darmkanals ein Theil unzweifelhaft abgestossen, während andere mit Auflösung der oberen Partie der Zellenmembran und mit Ausfliessen des Zelleninhalts der Zersetzung anheimfallen (Fig. 81. *a*. *b*.).

Während in dem vorigen Falle ein Verflüssigungsprozess über die Zelle kam, sehen wir andererseits alternde dem Untergang entgegentreibende Zellen durch Wasserverlust erhärten und hornartig werden, wobei sie oftmals den Kern einbüssen. Die geschichteten Plattenepithelien zählen wir hierher.

Aber noch in anderer Weise, durch chemische Entartung möchten wir sagen, fällt die Zelle dem Geschick alles Organischen anheim, wobei oftmals die kommende Auflösung beschleunigt wird. Es sind dreierlei Einlagerungen fremder Massen, zunächst in die Zellenhöhle, welche die Zellen untauglich machen können, weiter zu existiren und merkwürdigerweise Einbettungen verbreiteter Substanzen, die bei den Zellen anderer Gewebe den normalen Zelleninhalt bilden, nämlich 1) die Einlagerung von Neutralfetten, wie sie z. B. bei der Bildung des gelben Körpers des Eierstocks den Untergang zahlreicher epitheliumartiger Zellen des *Graaf*'schen Bläschens bewirkt (Fig. 82. *a*), ebenso in der funktionirenden Milchdrüse den ihrer Drüsenzellen. 2) Dann die Einlagerung von Pigment, wie sie beispielsweise die Epithelialzellen der Lungen zeigen [1]) (Fig. 82. *b*.) und endlich 3) die Einbettung von Kalksalzen (phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde) oder die Verkreidung. Letztere treffen wir an den Knorpelzellen mancher Theile häufig. — Dass im pathologischen Geschehen des Zellenlebens vielfach die gleichen zuletzt besprochenen Untergangsweisen sich geltend



Entartungsformen thierischer Zellen. *a* Zellen des *Graaf*'schen Follikels mit Fett erfüllt, *b* Epithelien der Lungenbläschen mit Pigmenteinfüllung.

machen, hat die pathologische Gewebelehre zu zeigen, ebenso dass in krankhaften Zuständen noch gar manche andere Entartungsformen erscheinen, welche dem normalen Geschehen abgehen, wie z. B. die Zellendegeneration durch Tuberkulisirung u. a. mehr[2]).

Anmerkung. 1) Sternförmige Zellen, wenn sie von Pigmenteinlagerungen getroffen werden (d. h. die verästelten Pigmentzellen), wachsen nicht weiter aus, entwickeln sich nicht mehr, wie es so viele ihrer von Farbekörnchen freien Genossen in der Gestalt gewöhnlicher Bindegewebskörperchen thun. Ueberhaupt sehen wir wohl niemals die pigmentirte, mit Fett erfüllte oder verkreidete Zelle zur Annahme anderer Gestalten, zum Uebergang in neue Gewebe mehr befähigt, zum Beweise, wie diese dreierlei Inhaltsmassen dem Zellenleben ungünstige sind. — 2) Wir verweisen auf die klaren Darstellungen von *Förster* im ersten Band seiner pathologischen Anatomie, Leipzig 1855. S. 334.

B. Das Hervorgehen der übrigen Gewebeelemente.

§ 78.

Aus den Zellen und der zwischen ihnen befindlichen Masse findet die Entstehung der übrigen Elementartheile des Thierkörpers statt.

Man vermag nun vorerst keineswegs überall eine scharfe Grenze zwischen Zellen und manchen andern Elementartheilen zu ziehen. Hatte der vorhergehende Abschnitt auch gezeigt, dass ein grosser Theil der verschiedenen Zellen unverändert oder nur mit geringen Modifikationen die Zellennatur von Anfang bis zu Ende bewahrt, so hatten wir schon einige auffallende Umwandlungen der Zellen kennen gelernt, bei denen unser Gebilde in sonderbar abweichender Form auftritt. Es gehören dahin die Fasern, Zellen, welche die glatte Muskulatur bei Mensch und Wirbelthier herstellen, wo die Zelle durch ungleichmässiges Wachsthum zur bandartigen Faser wurde, eine Verlängerung, an welcher der Kern ebenfalls einen, wenngleich untergeordneten Antheil genommen hatte. Während bei dieser Verlängerung der Zelle der Nucleus sich ebenfalls betheiligte, vermag bei andern gleichartigen Vergrösserungen der Zelle der Kern die alte ovale Form zu bewahren. So ist es bei den langen glashellen, mit Globulinlösung erfüllten Röhren, welche die *lens crystallina* bilden, den Linsenfasern, der Fall.

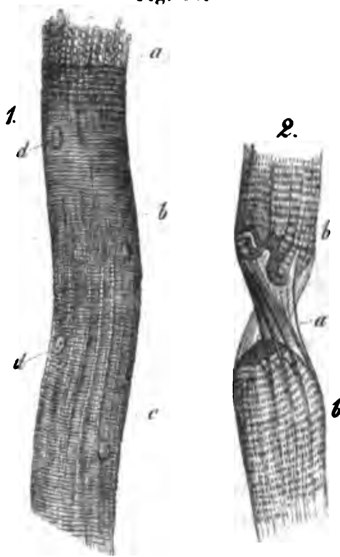
Fig. 83.



Kontraktile Faserzellen.

Andererseits sehen wir mit derartigen excessiven Verlängerungen thierischer Zellen zu weitern Gewebeelementen Vermehrungsweisen des Nucleus verbunden. Es gehört hierher ein sehr massenhaftes Gewebe, das der quergestreiften Muskulatur.

Fig. 84.

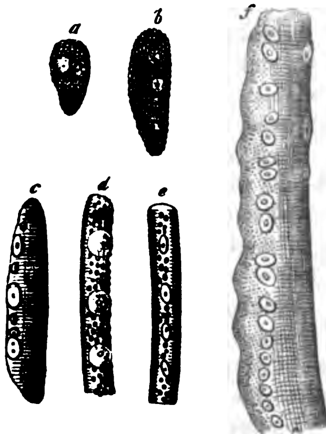


1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längsstreifung bei *c*. *d*, *d* Kerne. 2 Ein Muskelfaden *b*, *b* durchrissen, mit streckenweis leer hervortretender Scheide *a*. Kopie nach *Bowman*.

Die Elemente derselben sind sehr lange cylindrische Fäden (Fig. 84. 1) von verschiedener Dicke, welche umschlossen von einer strukturlosen Scheide (Fig. 84. 2. *a*.) einen Inhalt von Syntonin führen, der in verschiedener Deutlichkeit feine Längsfasern, verbunden mit einer Querstreifung, erkennen lässt und in nicht unansehnlichen Entfernungen von einander Kerne (*d*, *d*) darbietet.

Durch die Untersuchungen der Neuzeit, namentlich die Arbeiten von *Lebert* und *Remak* [2]), hat sich die Entstehung dieser Fäden von je einer Zelle herausgestellt.

Fig. 85.



Entwicklungsstufen der Bildungszellen des quergestreiften Muskelfadens vom Frosch nach *Remak*.

Beim Frosche (Fig. 85) sind die Bildungszellen derselben die gewöhnlichen, den embryonalen Leib erbauenden, gekernten, mit dunklen Dotterkörnchen versehenen Zellen, welche, wie anderwärts so auch hier, Theilungen (*a*) erkennen lassen. Indem diese Zellen wachsen und der Kern durch Theilung sich vermehrt, entsteht das Bild von Fig. *b*. Später schwinden die dunklen Dotterkörnchen aus der verlängerten Zelle und die charakteristische Querstreifung des Inhaltes beginnt (*c*, *d*, *e*). Schliesslich durch fortgehende Verlängerung der Zelle und andauernde Kernvermehrung, sowie den Eintritt der Längsstreifung kommt das Ansehen von *f* heraus, welches einem ausgebildeten Muskelfaden schon nahe verwandt ist. Die

Entstehung der Kerne von Fig. 85. 1. ist hiermit aufgeklärt, ebenso entspricht die strukturlose Scheide (*b*) der Zellenmembran, wie sie denn auch aus elastischer Masse besteht, und die längs- und quergestreifte Fleischmasse ist der faserig gewordene und in Syntonin umgewandelte Zelleninhalt.

Anmerkung. 1) *Müller's* Archiv 1851. S. 202. — 2) *Lebert* in den *Annales des sciences naturelles* von 1850. S. 205; *Remak* a. a. O. S. 154. Man vergl. auch *Billroth* in *Virchow's* Archiv Bd. 8. S. 440. Tab. 12. und eine frühere Arbeit von *Virchow* a. d. O. Bd. 7. S. 137. Tab. 2. Die grosse Verwandtschaft der kontraktilen Faserzellen und der Elemente der quergestreiften Muskulatur tritt hiermit auf das Unverkennbarste hervor, eine Verwandtschaft, für welche auch die vergleichende Histologie noch manche weitere Belege beizubringen vermag.

§ 79.

Den eben besprochenen Umwandlungen, wobei die einzelne Zelle in ihrer Individualität, wenn auch unter den grössten Modifikationen, noch bestehen blieb, reihen sich manchfache anderer Natur an, bei welchen die Zelle mit andern zu verschmelzen beginnt und ihre Selbstständigkeit oft vollkommen einbüsst. Diese Metamorphosenreihe der Zelle ist nun, allerdings wieder im Einzeln vielfach variirend, im Thierkörper weit verbreitet und deshalb von höchster Wichtichkeit. Aus ihr entstehen Zellennetze, Röhren, Röhrennetze, Fasern, sowie Fasernetze und anderes mehr. Die ursprüngliche Intercellularsubstanz der Bildungszellen kann sich dabei ganz different verhalten, so dass auch hiernach das werdende Gewebe weitere Modifikationen erlangen muss. Das Entstehen der grossen Gruppe der Bindesubstanzen, d. h. des Bindegewebes, mit den elastischen Fasern, der Knochen, des Zahnbeins fällt in dieses Schema, nicht minder die Entwicklung der feinsten Blut- oder Kapillargefässe, sowie der Nervenröhren.

Die verschiedenen Gewebe, die man der Bindesubstanz zurechnen kann, bestehen alle anfänglich aus kugligen, mit bläschenförmigem Kerne versehenen Zellen, zwischen welchen eine weiche, aus Proteinkörpern gebildete Zwischensubstanz zu erscheinen beginnt. Solche Bildungszellen stellt Fig. 86. *a* dar.

Selten bleiben in reichlicher Intercellularmasse die Zellen auf einer so frühen, anfänglichen Stufe stehen, oder verschwinden auch wohl später, um der Zwischensubstanz das Feld zu räumen, wie im Glaskörper des Auges. Häufiger vergrössern sich die Zellen, die alte rundliche Form bewahrend, um ihre Höhle mit Neutralfetten zu erfüllen. Dieses ist die Entstehung der Fettzellen.

Als Regel darf angenommen werden, dass die Bildungszellen der Bindegewebsgruppe oder die sogenannten Bindegewebekörperchen die kuglige Gestalt verlassen, um ungleichmässig auszuwachsen.

Einmal erlangen sie durch Verlängerung nach zwei entgegengesetzten Richtungen die Spindelform, wie sie uns ähnlich an den Elementen der unwillkürlichen Muskulatur entgegengetreten ist (Fig. 86. *b. b.*) oder sie werden sternförmig (Fig. 86. *c. d.*). Wie gewisse der Bindegewebskörperchen, schon auf frühester Stufe durch Fetteinlagerung in ihrer weiteren Entwicklung gehemmt, zu den Fettzellen wurden, so können diese Gebilde in dem folgenden uns jetzt beschäftigenden Stadium eine Pigmentablagerung in die Zellenhöhle erleiden und ebenfalls hiermit an das Ende ihrer Verwandlung gelangen. Es entstehen so die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen (Fig. 45).

Fig. 86.



Bildungszellen der Bindegewebskörperchen mit Umwandlungen zu elastischen Fasern aus dem Körper eines Schweineembryos von 8 Zoll.

Der weitere Entwicklungsgang unserer Bindegewebskörperchen zeigt uns neben fortgehender Verlängerung die unverkennbarste Neigung zur Verschmelzung der Zellen. Vermöge letzterer können noch bei der Gestalt einer sternförmigen Zelle die kürzeren Fortsätze benachbarter Zellen sich treffen und durch Resorption an den Berührungsstellen zu einem Zellennetzwerk verfliessen, dessen Hohlraum also den vereinigten Zellenhöhlen entspricht. Auch dieses kann mit Pigmentkörnern erfüllt sein.

In den drei bisher behandelten Geschicken der Bindegewebskörperchen ist abgesehen von dem verschiedenen Zelleninhalte schon eine weitere chemische Umwandlung eingetreten, indem die Zellenmembran zu elastischem Stoffe oder einer diesem nahe kommenden Materie geworden ist. Diese chemische Beschaffenheit der Hülle erhält sich bei allen folgenden weiteren Metamorphosen unserer Gebilde.

Die spindelförmigen Bindegewebskörperchen erfahren sehr gewöhn-

lich noch weitere und oft ganz excessive Verlängerungen, wobei die beiden Fortsätze zu ganz dünnen röhrenartigen Ausläufern sich ausziehen (*e*, *g*), der eigentliche Zellenkörper schmäler und schmäler wird und der Nucleus bei immerfort abnehmender Dicke sich auffallend verlängert. Zuweilen erscheinen in embryonalen Geweben hier deutliche Kerntheilungen (*f*).

Ein Theil der Bindegewebekörperchen bleibt auf dieser Stufe stehen; andere treffen bei stetiger Verlängerung der fadenartigen Ausläufer mit denjenigen benachbarter Zellen zusammen, wodurch eine Röhre entsteht, die anfänglich noch knotig (*h*, *h*) ist, später aber unter beständiger Verschmälerung der Zellenkörper mehr gleichartig wird.

Man begreift leicht, dass analoge Umänderungen sternförmiger Bindegewebezellen, wie wir sie früher (*d*, *d*) kennen gelernt haben, ein Röhrennetz herbeiführen müssen, dessen Anfang die Zeichnung bei *i* versinnlichen kann.

Derartige Kanäle, mögen sie nun mehr einfach oder netzförmig verzweigt sein, erhalten sich in verschiedenen Geweben, wo sie alsdann bisweilen mit besonderen Namen versehen worden sind. Es gehören hierher manche derselben, wie sie im gewöhnlichen Bindegewebe getroffen werden, das Kanalwerk der Cornea, ferner die sogenannten Knochenkörperchen und Kalkkanälchen der Knochen, sowie die Zahnröhrchen. Die Bedeutung dieser Röhren, welche von Ernährungsflüssigkeit durchzogen werden, ist eine wichtige. Man kann sie S a f t r ö h r e n und S a f t z e l l e n nennen.

Fig. 87.



Elastische Fasern des Menschen. *a* Unverzweigte, feinere. *b* Eine verästelte dicke. *c* Ein Fasernetz.

Häufig aber wird das Röhrenwerk allmählich von derselben elastischen Substanz, welche die Wand der Kanäle bildet, auch im Innern erfüllt und (meistens mit völligem Verlust der Kerne) solide. Es bilden sich so, allerdings ohne scharfe Grenzlinie, die elastischen Fasern, welche als Repräsentanten eines besonderen Gewebes, des elastischen, früher betrachtet worden sind. Als ihre Vorläufer müssen somit Bindegewebekörperchen auf verschiedenen Stufen der Verlängerung angesehen werden und eine frühere Anschauung, welche jene aus Kernen hervorgehen liess, ist zweifelsohne eine irrige.

Aber auch die Zwischensubstanz erleidet chemische wie morphologische Umänderungen. Erstere betreffend sehen wir, dass an die Stelle der Proteinstoffe leimgebende Masse, Glutin wie Chondrin, tritt. Ein grosser Theil der bindegewebigen Theile erhärtet nachträglich durch Aufnahme von Kalk- und Magnesiasalzen. So die Knochen- und das Zahnbein. Hierbei ist die Intercellularmasse stets homogen. Fehlt diese Erhärtung, so kann die Zwischensubstanz die alte homogene Beschaffenheit bewahren oder streifig werden oder endlich in Fibrillen zerfallen, zwischen denen und der Streifung allerdings keine Grenze existirt. Man bezeichnet solche Fibrillen mit dem Namen der Bindegewebe- oder Zellgewebefasern.

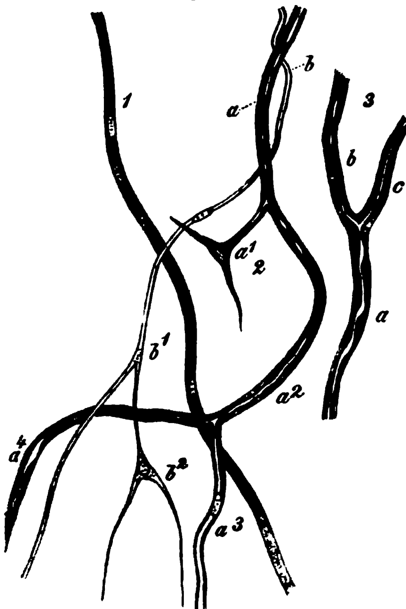
Es zeigt somit die Bildungsgeschichte der Bindesubstanz eine ganze Reihe der auffallendsten Umänderungen eines ursprünglich rein zelligen Gewebes.

Anmerkung. Man verdankt das Wesentlichste dieser Bildungsreihe den schönen Untersuchungen von *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 150) und *Donders, Siebold* und *Koelliker* (Zeitschrift Bd. 3. S. 351). Später wird sich Gelegenheit zu genauerem Eingehen darbieten.

§ 80.

Eine sich hier anschliessende Metamorphosenreihe der Bildungszellen führt mit einem Verschmelzungsprozesse zur Entstehung der Nervenfasern und der feinsten Gefässe, der sogenannten Kapillaren.

Fig. 88.



Entwicklung der Nervenfasern des Frosches.

Die ersten Anlagen der Nervenfasern bestehen in spindelförmigen kernhaltigen Zellen, welche durch eine weiter gehende Verlängerung ihrer Ausläufer mit einander zusammentreffen und durch Resorption der kleinen sich berührenden Stellen der Zellenmembran zu einer Röhre verschmelzen. Diese lässt anfangs knotig verdickte und dazwischen befindliche fadenartig dünne Stellen

erkennen. Später gleichen sich diese Differenzen des Quermessers mehr und mehr aus und die Röhre erhält unter allmählicher Verbreiterung in Form eines oder auch zweier und mehrerer Cylinder eine Einlagerung eines eigenthümlichen Gemenges eines Proteinkörpers und der noch so wenig gekannten Gehirnfette (S. 47). Dieses ist das Nervenmark. — Eine derartige Bildung der Nervenfasern lässt sich namentlich leicht an dem durchsichtigen Schwanz der Froschlarve beobachten. Fig. 88. 1. kann sie versinnlichen.

Fig. 89.



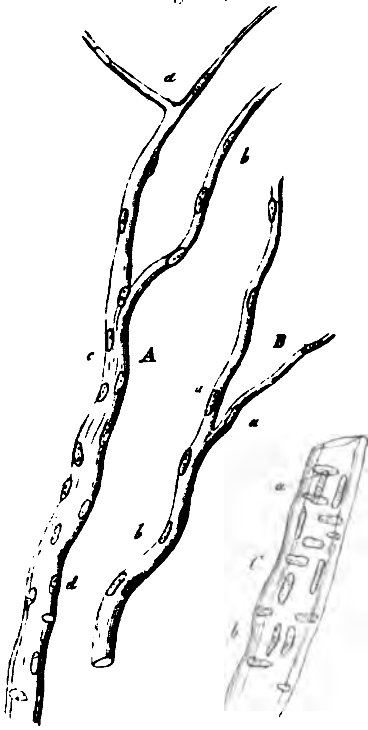
Schmale sich verzweigende Nervenfasern *a*, *b* aus dem Mesenterium des Frosches, umgeben von dicken, mit Kernen versehenen Primitivscheiden, 1 der Stamm, 2 und 3 die Aeste.

Indessen die Nervenfasern pflegen sich in ihrem weiteren Verlaufe, wenn sie der Endigung nahe sind, zu theilen, meistens mit der Zahl zwei (Fig. 89). Hier liegen dann sternförmige, gewöhnlich mit drei Fortsätzen versehene Zellen (Fig. 88. 2 a^1, b^1, b^2), welche mit dem aus cylindrischen Zellen bestehenden Röhrenstück durch einen ihrer Ausläufer verschmelzen und so die Verästelung anbahnen.

Der Entwicklungsgang erinnert in vieler Hinsicht an die elastischen Röhren und Fasern. Aber die Röhre wird hier breiter und erlangt die eigenthümliche Einfüllung mit Nervenmark. Die Kerne, welche bei der Metamorphose der Bindegewebskörperchen sich verlängerten und häufig schliesslich auflösten, können bei der Nervenfaser ebenfalls verschwinden, aber auch in einer mehr ursprünglichen ovalen Form (Fig. 89) sich erhalten, so dass uns an ihnen der Bildungsgang der Nervenfaser in späterer Zeit noch begreiflich wird. Die Röhrenwände (die verschmolzenen Zellenmembranen) bestehen ebenfalls bei den Nervenfasern aus elastischer oder einer nahe kommenden Materie.

Einen ganz analogen Gang dürfte auch die Entwicklung der Kapillargefässe (Fig. 90), sehr zarter, dünnwandiger, mit Kernen versehener Röhren, einhalten. Indem sie mit schon vorhandenen Gefässen sich verbinden, werden die verschmolzenen Zellenhöhlen derselben von dem einströmenden Blute erfüllt und so der ursprüngliche Zelleninhalt zum Verschwinden gebracht.

Fig. 90.



Feine mit Kernen versehene Blutgefässe des Menschen.

Wie weit endlich, wie man früher vielfach angenommen hat, membranartig aneinander gereihte Zellen durch völlige Verschmelzung der Zellenwände mit einander zu einer homogenen kernführenden Membran werden können, bedarf wohl noch genauerer Untersuchungen, als sie die Histogenese zur Zeit aufzuweisen hat. Doch scheint für manche Gebilde unseres Körpers ein solcher Entwicklungsgang wenigstens wahrscheinlich, so z. B. für die Entstehung von Häuten kleiner Blut- und Lymph-gefässe. Ebenso bemerkt man als eine häufige Erscheinung, dass die Zellen, welche in einfacher Lage die Oberflächen der serösen Häute und der Gefässe überziehen (Fig. 70), mit einander innig verbunden, ein glashelles, an Kernen reiches Häutchen bilden.

§ 81.

Die physiologischen Beziehungen der im zweiten Abschnitt behandelten, aus Zellenmetamorphosen hervorgegangenen übrigen Gewebeelemente fallen ungemein verschieden aus, so dass das Meiste späteren Betrachtungen vorbehalten bleiben muss. Während in den Muskelfäden und den Nervenröhren die Gewebe der höchsten physiologischen Dignität gegeben sind, sinkt die grosse Gruppe der Bindesubstanzen zu Massen niederen Ranges, zu Hüllen- und Stützgebilden des Organismus herab. Der Stoffwechsel fällt in den von der Zelle abgeleiteten Geweben sehr ungleich aus, wenn auch im Einzelnen hier noch die grössten Lücken des Wissens vorhanden sind. Durch ihren energischen Stoffumsatz zeichnen sich Muskeln und Nerven aus; doch ist er nur von der quergestreiften Fleischfaser in seinen Richtungen näher bekannt. Viele bindegewebigen Theile charakterisiren sich im völligen Gegensatze hierzu

durch eine grosse Permanenz der sie konstituirenden Substanzen, namentlich, wenn sie nur sparsam mit Blutgefässen versehen und ihre elastischen Fasern solide geworden sind. Andere dieser Gebilde können bei reichlicherem Durchströmtwerden von Blut, sowie bei einem hohlen elastischen Röhrennetze einen lebhaften Umsatz der Materie darbieten, wie beispielsweise die Knochen.

Was die Umsetzungsprodukte betrifft, so ist auf manches früher Bemerkte (so bei den leimgebenden Stoffen (§ 18 und 19), bei den Alkaloiden (§ 36—45) zu verweisen. Die aus Syntonin bestehenden willkührlichen oder quergestreiften Muskeln liefern als Zersetzungsprodukte Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Inosinsäure, Inosit und Milchsäure.

Ueber den physiologischen Untergang unserer Formelemente, ebenso ihre Lebensdauer wissen wir sehr wenig. Letztere ist bei manchen derselben, wie den elastischen Fasern und verwandten Bildungen, wohl eine lange. Da die mechanische Abstossung alternder Formbestandtheile hier fehlt (vergl. § 77), so haben wir den Auflösungsprozess allein übrig. Während die dreierlei Umwandlungen durch Pigment-, Fetteinlagerung, sowie Verkreidung bei den Zellen wenigstens noch theilweise als physiologische Vorkommnisse betrachtet werden konnten, dürften sie bei den uns jetzt beschäftigenden Elementartheilen (mit manchen anderen Degenerationsweisen) dem pathologischen Gebiete fast gänzlich angehören. Eine spätere Betrachtung hat auch diesem Gegenstande weitere Rechnung zu tragen.

§ 82.

Durch den Zusammentritt der Formelemente, welche sich gleichartig oder ungleichförmig zur Bildung grösserer Massen vereinigen, entstehen die verschiedenen Gewebe des Thier- und Menschenleibes. Diese werden natürlich von den Elementartheilen in ihrem anatomischen Gefüge, ihrer chemischen Beschaffenheit und ihrer physiologischen Energie bestimmt.

Eine Eintheilung der Gewebe, wenn sie auf wissenschaftlichen Werth Ansprüche erheben soll, ist zur Zeit noch eine Sache der grössten Schwierigkeit, ja wenn man strenge sein will, der Unmöglichkeit. Eine derartige Klassifikation nämlich kann nur auf den Entwickelungsgang der Formelemente gegründet werden. Leider ist aber die Histogenese, wenn gleich sie in manchen Gebieten unserer Disziplin über ein schönes Material auch gebietet, für andere noch sehr wenig in sicherer Art zur Stunde ermittelt. Jedenfalls ist die Entstehungsgeschichte der Gewebe noch nicht im Ganzen so weit erkannt, dass man von ihr geleitet mit sicherer Hand und ohne Zuhülfenahme gar mancher Hypothesen, die Grundlinien einer wissenschaftlichen Klassifikation der einzelnen Gewebe zu ziehen vermöchte. Selbst jene scheinbar so leichte und sichere Zerspal-

tung in einfache und zusammengesetzte Gewebe kann nicht strenge durchgeführt werden und die Beurtheilung, ob ein zusammengesetztes Gewebe vorliege oder nicht, wird in manchen Fällen von dem individuellen Ermessen bedingt sein, ob man gewissen Umwandlungen der Grundsubstanz die Bedeutung der Formelemente vindiziren will oder nicht.

Die nachfolgende Eintheilung besitzt deshalb nur eine provisorische Geltung, indem sie mehr darauf ausgeht, etwa wie es bei einem künstlichen Systeme der Fall ist, in das Material eine gewisse Uebersicht zu bringen, als dasjenige, was seinem Bildungsgange nach zusammen gehören dürfte, immer strenge zu verbinden. Die praktischen Zwecke, welche diese Arbeit verfolgen soll, nöthigen uns ohnehin, Manches vereinigt zu behandeln, was bei strenger logischer Behandlung getrennt werden sollte. Wir unterscheiden folgendermassen:

A. Gewebe einfacher Zellen mit flüssiger Zwischensubstanz.

1. Blut.
2. Lymphe und Chylus.

B. Gewebe einfacher Zellen mit sparsamer fester homogener Zwischensubstanz.

3. Epithelium.
4. Nägel.

C. Gewebe einfacher Zellen mit reichlicher fester homogener Zwischensubstanz.

5. Knorpelgewebe.

D. Gewebe im Allgemeinen umgewandelter und zur Verschmelzung neigender Zellen in theils homogener, theils faseriger und meistens festerer Zwischensubstanz.

6. Gallertgewebe.
7. Fettgewebe.
8. Bindegewebe.
9. Knochengewebe.
10. Zahngewebe.

E. Gewebe umgewandelter, aber nicht mit einander verwachsener Zellen mit homogener, sparsamer, festerer Zwischensubstanz.

11. Schmelzgewebe.
12. Linsengewebe.
13. Muskelgewebe.

F. Zusammengesetzte Gewebe.

14. Nervengewebe.
15. Drüsengewebe.
16. Gefässe.
17. Haare.

Anmerkung. Der Begründer der modernen Histologie, *Schwann*, hatte schon eine wissenschaftliche Eintheilung der Gewebe versucht, welcher hier zuerst gedacht werden mag. Er theilte ein: »1. Klasse: Isolirte selbstständige Zellen. Dahin gehören vorzugsweise die Zellen in Flüssigkeiten: Lymphkügelchen, Blutkörperchen, Schleim- und Eiterkörperchen u. s. w. — 2. Klasse: Selbstständige, zu zusammenhängenden Geweben vereinigte Zellen. Hierher das ganze Horngewebe und die Krystalllinse. — 3. Klasse: Zellen, bei denen nur die Zellenwände mit einander verschmolzen sind. Knorpel, Knochen und die Zähne wegen ihrer *Substantia propria*. — 4. Klasse: Faserzellen: Zellgewebe, Sehnengewebe, elastisches Gewebe. — 5. Klasse: Zellen, bei denen die Zellenwände und Zellenhöhlen mit einander verschmolzen sind. Muskeln, Nerven, Kapillargefässe.« a. a. O. S. 74. — Unter den sich anreihenden Handbüchern der damaligen Epoche beobachtete das ausgezeichnete *Henle*'sche Werk eigentlich gar keine Eintheilung, indem es in Form lose aneinander gereihter Abschnitte die einzelnen Gewebe vorführte. Die späteren Bearbeiter des Buches verlassen vielfach beinahe gänzlich den histologischen Boden, indem sie nach den üblichen Eintheilungen der gröberen Anatomie die mikroskopische Zusammensetzung der Systeme und Organe des Körpers vorführen; so z. B. das grosse *Koelliker*'sche Werk. Wir vermögen in einer derartigen Behandlung nun gerade keinen Fortschritt unserer Wissenschaft zu erblicken. — In seiner kleineren Arbeit stellt der letztgenannte Forscher folgende Gruppen der Gewebe auf: 1) Zellengewebe mit den Gewebe a) der Oberhaut und b) der ächten Drüsen. — 2) Gewebe der Bindesubstanz mit a) dem Schleimhautgewebe, b) dem Knorpelgewebe, c) dem elastischen Gewebe, d) dem Bindegewebe und e) dem Knochengewebe und Zahnbein. — 3) Muskelgewebe mit a) dem Gewebe der glatten und b) dem der quergestreiften Muskeln. — 4) Nervengewebe und 5) Gewebe der Blutgefassdrüsen. — In neuester Zeit hat *Henle* in seinem und *Meissner*'s Jahresbericht eine Eintheilung geliefert, welche mit der von uns im Texte vorgeführten manche Verwandtschaft darbietet (Bericht für 1856. S. 5).

II.

Die Gewebe des Körpers.

A. Zellige Gewebe mit flüssiger Zwischensubstanz.

1. Das Blut.

§ 83.

In den Blutgefässen unseres Körpers, einem geschlossenen, aber mit den Röhren des Lymph- und Chylussystemes kommunizirenden Kanalwerke befindet sich während des Lebens in beständiger Bewegung eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, das Blut. Wie auf der einen Seite in seinem Strömen niemals Stillstand eintritt, so findet andererseits das ganze Leben hindurch in ihm ein reger Wechsel der Stoffe statt. Indem die Wände der Blutgefässe für endosmotische Strömungen permeable Membranen darstellen und ebenso in den Drüsen-Filtrationsprozesse stattfinden, treten in Form wässeriger Lösungen beständig gewisse Substanzen in die Gewebe und Organe aus, während andere ähnlich gelöst zur Blutmasse zurückkehren. Massenhafte Zumischungen zusammengesetzter Flüssigkeiten geschehen dann noch durch das Einströmen von Lymphe und Chylus.

Trotz dieses Kommens und Gehens der Stoffe, welche das Blut zum Centrum des vegetativen Lebensprozesses machen, ist unsere Flüssigkeit in anatomischer und chemischer Hinsicht immerhin merkwürdig gleichartig, indem grössere Abweichungen rasch ausgeglichen werden.

Das Blut des Menschen stellt eine etwas dickliche Flüssigkeit dar von einem eigenthümlichen schwachen Geruch, einer alkalischen Reaktion, einer Wärme von ungefähr 38° C., einem spezifischen Gewichte, welches im Mittel zu 1055 angenommen wird[1]) und einer rothen Farbe, die in den Arterien hell kirschroth ist, während sie in den Venen dunkler ausfällt. Die in einem Organismus enthaltene Blutmasse vermögen wir zur Zeit nicht mit irgendwie annähernder Sicherheit zu bestimmen, so dass die Angaben über die Blutquantität des menschlichen Körpers weit auseinander gehen. Es ist wahrscheinlich, dass die Menge des Blutes etwa dem achten bis dreizehnten Theile des Körpergewichtes gleichkommt[2]).

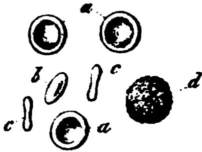
Anmerkung. Der Geruch des Blutes ist durch irgend eine flüchtige, uns unbekannte Substanz verursacht. Er tritt bei Zusatz von Schwefelsäure stärker

hervor (*Barruel*) und ist beim Menschen ein anderer als bei Säugethieren. — Das spezifische Gewicht erfährt im normalen Zustande ansehnliche Schwankungen, noch grössere unter pathologischen Verhältnissen. Im Grunde genommen beweist es nicht viel über die Zusammensetzung der Flüssigkeit, da die zahlreichen Mischungsbestandtheile unter einander beträchtliche Differenzen bei gleichbleibender Schwere des Gesammtblutes erfahren können. Im Allgemeinen ist das Blut etwas schwerer bei Männern als bei Frauen, bei Erwachsenen höher als bei Kindern; in der Schwangerschaft erfährt es eine Verminderung. — Die älteren Angaben oder Vermuthungen über die Gesammtmenge Blut können hier übergangen werden. In der neueren Zeit haben sich mit diesem Gegenstande *Valentin*, *Weber* und *Lehmann*, *Welcker* sowie *Bischoff* beschäftigt. Ersterer (Repertorium Bd. 3. S. 287) verfuhr so, dass er einem Thiere eine bestimmte Blutmenge entzog, deren festen Rückstand ermittelte, dann eine bestimmte Menge Wasser in die Vene einspritzte und nach einiger Zeit eine neue Blutentleerung vornahm, um so aus dem festen Rückstand des jetzt mit einer gekannten Menge Wassers verdünnten Blutes die ganze Blutmasse zu berechnen. Da hier vorausgesetzt wird, dass das so verdünnte Blut in derselben Weise transsudire als das normale, ebenso dass eine vollkommene Mischung des normalen und verdünnten Blutes im Körper erfolgt sei, was beides unwahrscheinlich, so können wir dieser Methode keine Ansprüche auf grosse Genauigkeit zuerkennen. *Valentin* erhielt übrigens für den Hund die Blutmenge zum Körpergewichte wie 1 : 4,5, bei der Katze wie 1 : 5,8, beim Kaninchen wie 1 : 6,2. — *Ed. Weber* und *Lehmann* (Physiologische Chemie Bd. 2. S. 233.) bedienten sich einer anderen Methode. Ein zur Hinrichtung bestimmter Körper wurde vorher gewogen, dann abermals nach der Enthauptung. Auf diesem Wege wurde die ausgeströmte Blutmenge erkannt und in dieser der feste Rückstand bestimmt. Darauf wurden die Adern so lange mit Wasser ausgespritzt, bis das Wasser nur noch sehr wenig gefärbt auslief. Der feste Rückstand desselben gestattete nach der vorherigen Bestimmung der beim Enthaupten ergossenen Blutmasse zu berechnen, wieviel im Körper zurückgebliebenes Blut dem wässrigen Rückstand entsprach. Es ergab sich ein Verhältniss zum Körpergewichte wie 1 : 8 oder eine Gesammtblutmenge von 7520 Grms. — *Welcker* (Archiv des Vereins für gem. Arb. Bd. 1. S. 195 und Prager Vierteljahrschrift Bd. 44. S. 11) schlug abermals einen neuen Weg ein. Er benutzte nämlich die Intensität der Blutfarbe. Eine Probe Blut wird entleert und zurückgesetzt. Dann wird durch einen Wasserstrom die übrige Blutmenge aus dem Gefässsystem auszutreiben gesucht und zur Entfernung eines Restes der fein zerhackte Körper mit Wasser ausgezogen. Indem man das Blut und die Injektions- oder Auswaschungsflüssigkeit sammelt, erhält man selbstverständlich somit eine durch Wasser sehr verdünnte Blutmasse. Ihr Volumen wird bestimmt. Dann wird die ursprüngliche zurückgesetzte Blutmenge ebenfalls so lange mit Wasser verdünnt, bis sie die Farbenintensität der durch den Wasserstrom ausgetriebenen Masse besitzt. Es kann sonach durch Rechnung die Gesammtmenge Blutes gefunden werden. Aber auch gegen diese Methode erheben sich manchfache Bedenken. *Bischoff* (*Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift. Bd. 7. S. 331 und Bd. 9. S. 65) erhielt mit dem *Welcker*'schen Verfahren an zwei Hingerichteten eine Blutmenge von 4872 und 4858 Grms. oder $^1/_{13}$—$^1/_{14}$ des Körpergewichtes. Sehr genaue Untersuchungen innerhalb der gleichen Methode hat *Heidenhain* angestellt. (*Disquisitiones criticae et experimentales de sanguinis quantitate in mammalium corpore exstantis. Halis* 1857. und Archiv für physiolog. Heilkunde. 1857. S. 507. Man vergl. auch noch *Welcker*'s neueste Arbeit in *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift 1858. S. 145.) — Es bedarf wohl keiner Bemerkung, dass nach

dem jetzigen Stande der Blutmengenfrage über Variationen nach dem Körpergewicht, Alter, Geschlechte, Krankheiten sich nichts sicheres sagen lässt.

§ 84.

Fig. 91.



Blutzellen des Menschen. *a a* von oben; *b* halb, *c c* ganz von der Seite gesehen; *d* ein Lymphkörperchen.

Prüfen wir die anatomische Zusammensetzung des Blutes bei einer 3—400fachen Vergrösserung, so ergibt sich dasselbe als eine wasserhelle, farblose Flüssigkeit, *Plasma* oder *Liquor sanguinis*, in welcher zweierlei Zellenformen, die farbigen gelben Blutzellen und die farblosen oder Lymphkörperchen des Blutes aufgeschwemmt sind (Fig. 91). Erstere erscheinen im grössten Ueberschusse und sind Ursache der Blutfarbe; letztere bilden ein unbedeutendes Bruchtheil der in der ganzen Blutmasse vorkommenden Zellen überhaupt.

Die farbigen Blutzellen, eine Entdeckung des *Malpighi*, welche im Laufe der Zeiten zu sehr verschiedenen Namen gekommen sind (Blutkörner, Blutkügelchen, Blutscheiben, Blutkörperchen, Blutbläschen), erscheinen bei der Untersuchung des menschlichen Blutes als kreisrunde, zart und scharf kontourirte, gelbliche Gebilde, die in Grösse und sonstigem Verhalten wenig Verschiedenheit unter einander darbieten. Ihre Menge in einem Tropfen Blut ist eine kolossale, so dass man für den Kubikmillimeter 4—5,5 Millionen annehmen kann. *C. Schmidt* schreibt ihnen ein spezif. Gewicht von 1088—1089 zu. Der Durchmesser der Zelle beträgt gewöhnlich 0,00314—0,00260‴ mit Extremen nach beiden Seiten hin von 0,0040 bis herunter zu 0,00172‴.

Eine genaue Einstellung des Fokus zeigt in der Mitte unserer Scheiben einen hellen, farbloseren Raum; ebenso bemerkt man an einer Stelle des Innern, welche dem Schlagschatten des Randes gegenüber liegt, eine leichte Verdunklung von mehr halbkreisförmiger Gestalt (Fig 1 *a a*).

Die Bedeutung dieses Bildes wird klar, sobald sich die Zellen in Bewegung setzen. Weit entfernt, stets das kreisförmige Ansehen beim Rollen über die mikroskopische Glasplatte zu bewahren, erscheinen jene auf dem Rande stehend (*c c*) als schmale biskuitartige Stäbchen mit verdickten abgerundeten Enden und einer Einschnürung über die Mitte. Ihre Dicke beträgt hierbei etwa 0,001—0,0008‴.

Nach dem eben Erkannten unterliegt es keinem Zweifel, dass unsere Zellen kreisförmige bikonkave Scheiben mit abgerundeten und etwas aufgewulsteten Rändern darstellen.

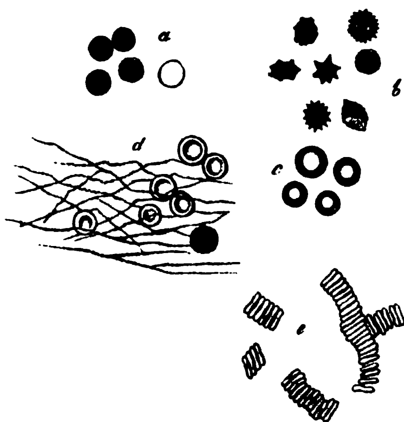
Ihr Inhalt ist eine vollkommen homogene, bei durchfallendem Lichte gelblich erscheinende Masse. Decken sich zwei der Scheibchen theil-

weise, so nimmt diese Stelle ein höheres röthlicheres Kolorit an. Liegen unsere Zellen massenhaft übereinander, so zeigen sie die rothe Farbe des Blutes selbst.

§ 85.

Um nun die weitere Natur der farbigeren Blutkörperchen kennen zu lernen, bedarf es verschiedener äusserlicher Einwirkungen auf die Zelle. Ueberlässt man einen Tropfen Blutes auf der mikroskopischen Glasplatte eine kurze Zeit unbedeckt der Verdunstung, so ändert sich die Form der Zellen (Fig. 92. *b.*). Sie werden mit einer Verkleinerung auf 0,0026 bis 0,00228''' unbestimmt eckig, höckrig und oftmals sternförmig, wobei die Spitzen als dunklere, punktförmige Stellen sich markiren. Wir haben hier eine durch die Abdunstung des Wassers erfolgte Verminderung des Zelleninhaltes und dadurch erfolgte Zusammenschrumpfung und Faltung der umhüllenden Membran, einen Vorgang, dessen Erkenntniss gerade für das menschliche Blut bei der Kleinheit des Objektes gewisse Schwierigkeiten darbietet. Trocknet in ganz dünnen Schichten Blut schnell ein, so zeigen uns die Körperchen gewöhnliche glattrandige kreisförmige Begrenzungen, nur mit deutlicher hervortretender Mittelpartie (Fig. 92. *c*).

Fig. 92.



a menschliche Blutzellen unter Wassereinwirkung; *b* in verdunstendem Blute, *c* aufgetrocknet, *d* in geronnenem Blute, *e* rollenartig aneinander gelagert.

Setzen wir einem Tropfen menschlichen Blutes Wasser zu, so bietet sich ein ganz anderes Bild dem beobachtenden Auge dar. Weit entfernt höckerig und zackig zu werden, bewahrt die Zelle ihr kreisförmiges, glattrandiges Ansehen; aber die hellere Centralstelle ist nicht mehr zu erkennen und der gelbliche Rand tritt nicht mehr stärker hervor (Fig. 92. *a*). Sobald ein derartig mit Wasser behandeltes Blutkörperchen rollt, tritt in dem Verlust der bikonkaven Scheibenform ein wichtiger Unterschied uns entgegen. Wir sehen die Zelle in allen Ansichten kreisrund; sie ist zur Kugel aufgequollen unter einer Verminderung des Durchmessers auf 0,00267—0,0025'''. Durch fortgesetzte Wassereinwirkung erblasst die Kugel mehr und mehr (Fig. 92. *a* rechts), während die umgebende Flüssigkeit ein gelbliches Ansehen gewinnt. Einzelne Zellen entfärben sich sehr schnell, andere widerstehen viel länger. Zuletzt ist das Blutkörperchen vollkommen entfärbt und so blass geworden, dass es nur bei

starker Vergrösserung und einem beschatteten Sehfeld noch wahrgenommen werden kann und zwar in Gestalt eines ganz zart und glatt geranderen, ungemein blassen Wesens. Ein Kern ist bei der ganzen Prozedur in keiner Weise sichtbar zu machen. Endlich platzt die Hülle und das ausgewaschene Blutkörperchen geht hiermit zu Grunde. Die leeren Zellenmembranen können dabei aber sehr leicht übersehen werden. Eine Jodlösung empfiehlt sich alsdann zum Wiedersichtbarmachen derselben am meisten.

Aehnlich der Verdunstung wirkt die Anwendung vieler konzentrirter wässeriger Lösungen, wie von Zucker, arabischem Gummi, Kochsalz u. s. w. Verdünnt man diese Reagentien allmählich mehr und mehr, so kommt eine Konzentrationsstufe, bei welcher zuletzt keine Formumänderung der Zelle weiter bemerkt wird. Verdünnt man die Lösungen noch mehr, so gewinnen wir schliesslich den Effekt des reinen Wassers, die kuglige Aufquellung, die Entfärbung mit endlichem Zerplatzen. Eine und dieselbe Blutzelle kann in interessanter Weise mehrmals nach einander durch den Wechsel zugesetzter Lösungen sternförmig gerunzelt und dann wieder kuglig aufgebläht erhalten werden oder umgekehrt.

Die bisherigen Beobachtungen lehren den Mangel eines Kerns und zeigen das Blutkörperchen als eine Blase, deren feine zarte Wand für endosmotische Strömungen höchst permeabel ist und deren Inhalt bald eine Abnahme, bald ein Zunehmen nach dem Wechsel der Zusätze erfährt. Zugleich ergibt sich, dass die färbende Materie des Zelleninhaltes in Wasser löslich ist. — Uebertragen wir die gewonnenen Erfahrungen auf das in den Gefässbahnen circulirende Blutkörperchen, so erscheint uns letzteres als ein Gebilde, welches mit der wässrigen Flüssigkeit des Plasmas zwar einen regen endosmotischen Austausch eingehen muss, hierbei aber weder eine erhebliche Volumensveränderung, noch einen Verlust des Farbestoffs erfährt. Die Inhaltsmasse desselben haben wir uns im Allgemeinen als eine konzentrische dickliche Lösung vorzustellen oder als eine in reichlichem Wasser aufgequollene gallertartige Substanz, umschlossen von unmessbar feiner, vollkommen strukturloser Membran.

Neben diesen nur endosmotisch auf die Zelle einwirkenden Stoffen kennen wir eine Anzahl anderer, welche die Proteinkörper der Blutzelle und diese mit ihnen lösen. Die Alkalien in stärkeren Solutionen, ebenso manche Mineralsäuren gehören hierher. Endlich beruht die Wirkungsweise einer andern Stoffreihe darauf, dass sie den Eiweisskörper des Zelleninhaltes zur Gerinnung bringen. Beispielsweise gehören Alkohol, Gerbsäure, Chromsäure, Kreosot, gewisse Metallsalze hierher.

Wiefern noch andere Umänderungsreihen vorkommen, steht dahin. Weiter in diesen Gegenstand, auf welchen mitunter viel Zeit und Mühe vergeudet worden ist, einzutreten, scheint nicht der Ort[1]).

Was endlich die Einwirkung derGase auf die Form der Blutzelle betrifft, so soll der Sauerstoff ähnlich saturirten Lösungen verkleinernd wirken, während die Kohlensäure einen aufblähenden Effekt besitze.

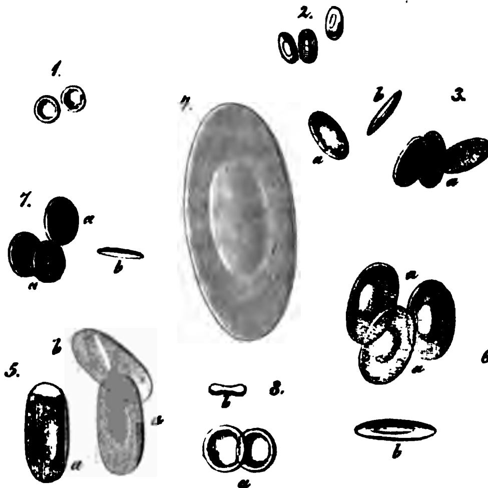
Die neuere Zeit hat uns mit sehr interessanten Verschiedenheiten bekannt gemacht, welche die Blutzellen in einzelnen Gefässpartien darbieten. Das Pfortaderblut enthält nach *Lehmann*'s Entdeckung[2]) die gewöhnlichen, so leicht veränderlichen Blutkörperchen, während das Blut der Lebervene Zellen von abweichender Beschaffenheit führt. Sie sind kleiner, aufgequollener, dem Sphärischen sich mehr annähernd, ohne die Depression der Centren und widerstehen der Wassereinwirkung verhältnissmässig lang. Auch in der Milz kommen ganz ähnliche Zellen vor (*Funke*). Man hat sie als junge neugebildete Blutkörperchen betrachten wollen.

Anmerkung: 1) Wir verweisen zu weiterer Belehrung auf *Henle*'s allgem. Anatomie S. 429 und *Lehmann*'s physiologische Chemie Bd. 2. S. 140. — Ueber eine sonderbare Gestaltumänderung der Froschblutzellen durch eine konzentrirtere Harnstofflösung sehe man *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 183. — 2) *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 85 und 282. Schöne Abbildungen gab *Funke* in seinem Atlas auf Tab. 12.

§ 86.

Zur Kontrole der beim Menschen erhaltenen Ergebnisse ist das Studium der farbigen Zellen des Wirbelthierbluts von grossem Interesse, so dass dieses Kapitel der komparativen Histologie hier wenigstens nicht gänzlich übergangen werden kann.

Fig. 93.



Farbige Blutzellen; 1. vom Menschen, 2. vom Kameel, 3. der Taube, 4. des Proteus, 5. des Wassersalamanders, 6. des Frosches, 7. von Cobitis, 8. des Ammocoetes bei *a* Ansichten von der Fläche; bei *b* die seitlichen (meistens nach *Wagner*).

Bei Säugethieren bewahrt das farbige Blutkörperchen fast überall die Gestalt einer kreisförmigen, bikonkaven Scheibe (Fig. 93. 1). Nur in der Grösse kommen geringe Differenzen vor. So erlangen die Blutzellen des Elephanten als die grössten einen Durchmesser bis zu 0,0041''', während sie beim Affen mit den menschlichen übereinkommen und die Blutkörperchen vieler anderer Säuger kleiner als die unsrigen ausfallen (so beispielsweise beim Pferd 0,0025, Kaninchen 0,0028'''). Indessen zeigen uns die Blutzellen einiger Wiederkäuer, des

Lamas, Alpakas und Kameels auffallende Abweichungen, indem sie ovale Scheiben von 0,0038‴ darstellen. Kerne lassen die farbigen Elemente des Blutes beim reifen Säugethier im Uebrigen ebensowenig als bei uns erkennen.

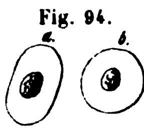
Solche elliptische Blutzellen werden aber in den folgenden Wirbelthierklassen zur herrschenden Form, allerdings mit auffallenden Grössenverschiedenheiten, und der Zellenkern, welchen wir bisher vermisst haben, stellt sich als konstante Bildung ein. Nur bei ganz niedrigen Fischen, den Cyclostomen, kehrt nochmals die kreisrunde Form der Säugethierzelle wieder und das niedrigste aller Wirbelthiere, der merkwürdige *Amphioxus lanceolatus*, besitzt ein völlig anomales, nicht mehr rothes, an wirbellose Geschöpfe erinnerndes Blut, das wir hier übergehen können.

Bei den Vögeln (Fig. 93. 3.) bietet die Zelle eine durchschnittliche Grösse von 0,008—0,0066‴ mit einem die Hälfte betragenden Querdurchmesser (*a*, *a*) dar. Von der Seite gesehen (*b*), erhalten wir statt der bikonkaven Scheibenform eine mehr nabelartige Wölbung der Centralparthie jeder Fläche. Der Kern, welcher in dem ganz unversehrten Blutkörperchen entweder gar nicht oder höchstens als eine beginnende leichte Trübung sichtbar ist, erscheint bei geeigneter Behandlung, wie dem Auftrocknen, der Wassereinwirkung etc., als ein dunkles, höckrig kontourirtes Gebilde von länglicher Form und einer Grösse von 0,00223—0,0019‴ (beim Huhn). Gewöhnlich nimmt der Nucleus den Mittelpunkt der Zelle ein; zuweilen liegt er auch excentrisch.

Ebenfalls oval, aber etwas breiter und länger als bei den Vögeln findet man die farbigen Blutzellen der beschuppten Amphibien, der Schildkröten, Eidechsen und Schlangen. Ihre Länge beträgt 0,008—0,0066‴. Die nabelartige Wölbung ist etwas schwächer. Gleichfalls als ein kleines und mehr rundliches Oval erscheinen die Blutzellen der Knochenfische (Fig. 93. 7. *a*, *a*, *b*) von einem Ausmaasse von 0,008—0,005‴.

Ganz auffallende Dimensionen unter Beobachtung ovaler oder elliptischer Gestalten erlangen die Blutzellen der nackten Amphibien, sowie der quermäuligen Fische. Ihre Länge beträgt bei Rochen und Haien 0,0125—0,01‴; bei Kröten und Fröschen (Fig. 93. 6. *a*, *a*, *b*) im Mittel 0,01; bei Tritonen (Fig. 93. 5. *a*, *a*, *b*) 0,01429—0,0125; bei Salamandern 0,02—0,01667‴. Bei den Fischlurchen steigern sich die Durchmesser noch um ein Beträchtliches, so dass ein scharfes Auge die Blutzelle ohne Mikroskop als Pünktchen noch eben erkennt. Als Beispiel mögen die Körperchen des Proteus (Fig. 93. 4.) mit einem Ausmaasse von 0,0333—0,025‴ dienen.

Die Cyclostomen (Fig. 93. 8.) endlich zeigen, wie schon früher bemerkt, gefärbte Zellen des Blutes in Form einer kleinen, kreisförmigen bikonkaven Scheibe (*b*) mit einem Diameter von ungefähr 0,005‴[1]).



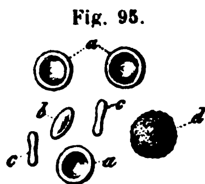
Zwei Blutzellen des Frosches *a b* mit den granulirten Kernen, wie sie durch die Einwirkung von Wasser hervortreten.

Alle diese Zellen verhalten sich Reagentien gegenüber ganz denen des Menschen gleich; aber viele Verhältnisse treten natürlich bei der bedeutenden Grösse an ihnen schöner und schärfer hervor. In dieser Hinsicht sind zu einer ersten Orientirung als leicht zu habende Objekte die Blutkörperchen des Frosches sehr zu empfehlen, bei welchen durch Wassereinwirkung der Kern[2]) jeden Augenblick sichtbar gemacht werden kann (Fig. 94).

Anmerkung. 1) Man vergl. *R. Wagner* (Beiträge zur vergleichenden Physiologie des Blutes. Leipzig 1833 und Nachträge. Leipzig 1836) und *Gulliver* (*Proceedings of Zool. Society* 152. 1842. — 2) Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, wurde der Kern in den Blutzellen mit Unrecht von Manchen für ein nicht präexistirendes Gebilde, sondern ein nachträglich erzeugtes Kunstprodukt erklärt.

§ 87.

Während das farbige Blutkörperchen (abgesehen von den so merkwürdigen typischen Schwankungen im Wirbelthierkreis) bei dem gleichen Geschöpfe eine grosse Einförmigkeit und Uebereinstimmung darbietet und als die ausgebildete farbige Zelle des Blutes betrachtet werden muss, die keinerlei Weiterentwicklung im Organismus mehr erleidet, sondern durch Platzen und Auflösung einfach später zu Grunde geht, tritt uns ein ganz anderes Verhältniss bei dem zweiten zelligen Formelemente unserer Flüssigkeit entgegen, der farblosen Blutzelle oder dem sogenannten Lymphkörperchen des Blutes. In ihm erhalten wir eine werdende, eine in der Bildung begriffene Zelle mit den Verschiedenheiten differenter Entwicklungsstufen (möglicherweise auch mit gewissen Rückbildungsformen). Wir treffen desshalb in der Regel in einem und demselben Körper verschiedene Erscheinungsweisen unserer Zelle[1]). Doch sehen wir nach ihren Charakteren!



Farbige Blutkörperchen des Menschen *a—c*; daneben bei *d* eine farblose Zelle, ein sog. Lymphkörperchen.

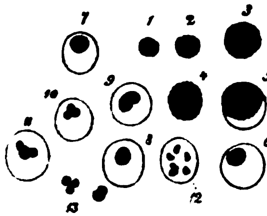
Die farblosen Zellen des Menschen (Fig. 95. *d* u. 96. 1—4) sind kreisrund oder rundlich, in einzelnen Fällen etwas abgeflacht; bisweilen von länglicher Form und einem Ausmaass, welches häufig das ganze des farbigen Blutkörperchens übertrifft. Ich erhalte für mein Blut im Mittel und bei weitem am häufigsten den Durchmesser von 0,004'''. Nicht selten sind Zellen von 0,00457''', sparsam solche, bei denen der Durchmesser auf 0,00514''' gestiegen ist. Kleine Lymphkörperchen sinken bis auf 0,00254''' und weniger herab. Für das Blut eines 21jährigen kräftigen Mannes ergab sich als gewöhnlichste Grösse 0,00381'''.

Das Ansehen dieser Zellenformation ist ein feinkörniges und ihre Kontour eine mehr höckrige. In manchen Fällen ist die Anzahl der im Zelleninhalte befindlichen Moleküle gering und dieselben zeigen sich sehr klein und zart; in anderen Exemplaren werden die Körnchen sehr zahlreich. Wiederum gibt es Zellen, welche beträchtlich grössere, dunklere, aus Fett bestehende Moleküle führen (Fig. 96. 4). Der Kern ist nur sehr selten ohne weiteren Zusatz zu erblicken.

Bei einem Theile tritt er durch das Hinzufügen von Wasser schon hervor (Fig. 96. 5), wobei die Zelle sich gewöhnlich etwas aufbläht und eine glattere feinere Begrenzung erhält. Leicht erscheint er bei Anwendung der Essigsäure.

Der Nucleus ist nicht selten glattrandig (Fig. 96. 6), gewöhnlich mehr oder weniger höckrig (7, 8) und mit Kernkörperchen versehen. Seine Form ist die rundliche oder eine länglich runde; oft namentlich bei längerer Einwirkung der Essigsäure eine unregelmässige. Der Durchmesser des Kernes beträgt vielfach 0,00343—0,00229‴. Häufig erscheint der Nucleus nierenförmig (9), in andern Fällen besteht er aus zwei sich berührenden oder drei derartigen Stücken (10, 11). In Folge längerer Einwirkung des angeführten Reagens liegen nicht selten die beiden oder die drei Kernstücke räumlich getrennt. Endlich erscheinen Zellen, deren Nucleus unter diesen Verhältnissen in vier, fünf, sechs (12), ja sieben Theile gespalten ist. Nehmen wir noch hinzu, dass in einzelnen unserer Lymphkörperchen Kerne vermisst werden, so bedarf die eben erwähnte Verschiedenartigkeit der farblosen Blutzellen keines weiteren Beleges.

Fig. 96.



Farblose Blutkörperchen des Menschen. 1—3 unveränderte gewöhnliche Zellen; 4 eine an Fettkörnchen reiche; 5 beginnende Wassereinwirkung; Hervortreten der Kerne bei 6—11; 12 der Kern durch Essigsäure in 6 Stücke zertheilt; 13 die Kerne frei.

Verglichen mit der farblosen ist die ungefärbte Zelle gegen Reagentien weniger empfindlich [2]). Ebenso lehrt die Beobachtung schwimmender Blutzellen, dass die farblosen Zellen weniger leicht rollen, öfter anhängen, überhaupt weniger gut von der Stelle kommen, was man ihren höckrigen rauheren Kontouren oder, wenn man lieber will, einer gewissen Klebrigkeit der Oberfläche zuzuschreiben hat. Sie sind endlich spezifisch leichter, als ihre farbigen Gefährtinnen. Jeder mit Wasser reichlich verdünnte Bluttropfen zeigt das farblose Formelement sich allmählich an der Oberfläche ansammeln. Auf ihre Lagerung im geschlagenen, sowie nicht selten im geronnenen Blute, den besten Beweis ihrer geringeren Eigenschwere, kommen wir weiter unten zurück.

Anmerkung. 1) Wir müssen dieses gegenüber den Angaben von *Virchow* (Gesammelte Abhandlungen etc. Frankfurt 1856. S. 165) festhalten. — 2) Während

die gefärbte Blutzelle des Menschen in ihrer charakteristischen Eigenthümlichkeit vor jeder Verwechslung mit anderen Zellen des Körpers geschützt ist, gestaltet sich das Verhältniss bei den farblosen Blutkörperchen anders. In gar manchen, Proteinstoffe in Lösung haltenden Flüssigkeiten des Organismus, in der Lymphe, dem Chylus, Schleim (und Eiter), ebenso dem Speichel, tritt uns eine ganz ähnliche oder richtiger gesagt, die gleiche Zelle entgegen, so dass die Unterscheidung nicht möglich ist. — Dass die oben erwähnten Verschiedenheiten unseres Gebildes wohl theilweise mit Altersverschiedenheiten zusammenfallen, dürfte keinem Zweifel unterliegen, die Entscheidung aber, was ältere, was jüngere Zelle, kaum möglich sein. — Auch im Thierblute treten stets die farblosen Elementartheile auf, aber geringeren Verschiedenheiten des Ausmaasses unterworfen, als die farbigen. Nach der Grösse der letzteren können sie die grössere, aber auch die kleinere Zellenformation darstellen.

§ 88.

Während die farbigen Zellen im frischen Blute stets ohne Zeichen einer aktiven Formveränderung bleiben und nur durch ihre elastische glattschalige Beschaffenheit sich auszeichnen, gehören die farblosen Blutkörperchen zu der schon früher (§ 68.) erwähnten merkwürdigen Gruppe **kontraktiler Zellen**. Die Gestaltveränderungen (Fig. 97) folgen langsam aufeinander, treten aber unter Umständen auf, wo an Imbibitionsphänomene u. s. w. nicht gedacht werden kann. Denn gerade bei Blutproben, die möglichst vor Verdunsten und gänzlich vor dem Eintritt von Flüssigkeiten geschützt sind, lässt sich die Metamorphosenreihe am schönsten erkennen. Bei dem langsamen Aendern der Form kann übrigens das Ganze leicht übersehen werden[1]).

Fig. 97.



Kontraktile Zellen aus dem Blute des Menschen.

Die relative Menge der farblosen Blutkörperchen gegenüber den farbigen Zellen ist stets eine unbedeutende und beim Menschen in der Regel eine sehr geringe, oft verschwindend kleine zu nennen, indem auf ein Tausend letzterer nur ein oder höchstens ein paar farbloser Körperchen kommen. Am geringsten ist die Menge der farblosen Zellen im nüchternen Zustande 1000 : 0,5, 2 bis gegen 3[2]). Ebenso scheint ein höheres Alter eine Abnahme der Lymphkörperchen zu bedingen. Ihre Menge steigt dagegen nach Nahrungsaufnahme, besonders nach reichlicher animalischer Mahlzeit[3]). Ferner gibt man an, dass in der Schwangerschaft, sowie im kindlichen Alter[4]), endlich auch nach starken Blutentleerungen die Zahl derselben eine grössere sei, alles Verhältnisse, welche mit einer regeren Blutbildung zusammenfallen.

Auch in den einzelnen Gefässbezirken sind die Mengenverhältnisse unserer beiden Zellenformen nicht die gleichen. In dieser Hinsicht verdient als merkwürdiger Umstand hervorgehoben zu werden, dass die aus Leber und Milz abfliessende Blutmasse ganz ungewöhnlich reich an farblosen Zellen ausfällt[5]), indem auf ein Tausend gefärbter Zellen 5, 7, 12, 15 und mehr farblose kommen können. Unter pathologischen Verhältnissen vermag sich die Proportion beiderlei Zellen gleichfalls sehr zu ändern; ja bei einer merkwürdigen, von *Virchow*[6]) näher studirten Krankheit, der sogenannten Leukämie, können die farblosen Zellen in solchen Massen auftreten, dass sie den farbigen an Menge nahe kommen und, wie es scheint, über diese sogar das numerische Uebergewicht erlangen können.

Anmerkung. 4) Vergl. *Lieberkühn* in *Müller*'s Archiv 1854. S. 12. — *Pury* (*Virchow*'s Archiv Bd. 8. S. 301) erhielt in seinem eigenen Blute 4 Stunden nach dem Frühstück farblose Zellen zu farbigen im Verhältnisse von 2,8 : 1000; ich für mein eignes Blut im nüchternen Zustande 2,3 : 1000, also nahezu die gleiche Zahl, während das Blut eines kräftigen 22jährigen Mannes für diesen Zustand nur 1,2 : 1000 zeigte. *Hirt* (*Müller*'s Archiv 1856. S. 174) bekam dagegen nur 1 : 1716, so dass mithin ein bedeutender Wechsel hier nicht geläugnet werden kann. — 8) *Pury* fand 1 Stunden nach dem Mittagessen in seinem eignen Blute die Proportion von 3,2 : 1000, ich in dem meinen zur selben Stunde 3,8 : 1000, dagen im Blute eines 4jährigen Knaben 2,9 : 1000. *Hirt* traf ½ bis eine Stunde nach dem Frühstück 1 : 695, 2½—3 Stunden 1 : 1514; eine halbe bis ganze Stunde nach dem Mittagessen 1 : 429, 2½—4 Stunden 1 : 1418; fast in derselben Zeitfrist (2½—3½ Stunden) nach dem Abendessen 1 : 1227. — Im Herzblute eines Neugeborenen erhielt ich nur 2,3 : 1000. — 5) *Hirt* kam, als er bei Kälbern, die gefastet hatten, Milzarterien- und Milzvenenblut verglich, in drei Fällen zu folgenden Zahlen: 1) in der Arterie 1 : 2600, in der Vene dagegen 1 : 74. 2) In der Arterie 1 : 1843, während die Vene 1 : 54 zeigte und endlich 3) in der Arterie 1 : 2095, in der Vene aber 1 : 82. Ich fand in der Leiche eines an Pneumonie gestorbenen alten Mannes in der Milzvene die Proportion von 1 : 102. Aehnliche Untersuchungen verdankt man *Hirt* auch für die Lebergefässe: 1) Pfortader 1 : 708, Lebervene 1 : 68. 2) Pfortader 1 : 768, Lebervene 1 : 274. 3) Pfortader 1 : 97, Lebervene 1 : 67. Darnach würde die Pfortader schon eine gesteigerte Zahl der farblosen Zellen in das Organ einführen können und die Vermehrung in der Lebervene wechselnder als in der Milz ausfallen. — 6) Die Leukämie, bei welcher Anschwellungen der Milz und der Lymphdrüsen vorzukommen pflegen, kann beim höchsten Grade des Leidens ein »weisses Blut« darbieten. Die Menge der farblosen Zellen gegenüber den farbigen ist enorm gestiegen, aber bedeutend wechselnd (*Virchow* in seinen gesammelten Abhandlungen S. 148, 192 und 211).

§ 89.

Fragen wir nach dem Ursprung der farblosen Zellen des Blutes, so kann über die Herkunft einer Anzahl nicht wohl Zweifel herrschen. Es sind eben die Zellen der Chylus- und Lymphbahn (und wie wir später sehen werden, aus den Chylus- und Lymphdrüsen ausgeschwemmt),

die mit diesen Flüssigkeiten in den Blutstrom gelangen. Schon hiernach lassen sich die meisten der oben erwähnten Vorkommnisse leicht begreifen. Andererseits dürfte aber auch der Milz die Bedeutung eines Heerdes farbloser Blutzellen, eines blutbildenden Organes, für welche sie schon im vorigen Jahrhundert *Hewson* erklärte, nicht abgesprochen sein, wenngleich für die Leber eine analoge Rolle noch nicht hinreichend feststeht. In der Pulpa der Milz, welche mit den Blutbahnen jedenfalls in Verbindung stehen muss und auch steht, werden farblose Blutzellen gebildet, und mit dem Blutstrom, der das Organ verlässt, ausgeführt.

Was die Bedeutung unserer Zellen betrifft, so betrachtet man sie, und gewiss mit Recht, als Zellen, die in farbige Blutkörperchen überzugehen und so den Verlust der letzteren nach dem Grade ihres Untergangs zu decken bestimmt sind. Die farblosen Zellen sind somit die Ersatzzellen der farbigen. Wie viele oder wie wenige der ungefärbten Zellen aber wirklich diese Umwandlung erfahren, darüber besitzt die Wissenschaft zur Zeit noch keine Thatsachen und die darauf bezüglichen Vorstellungen werden nach den Hypothesen über die Mengen von Chylus und Lymphe, welche täglich in die Blutbahn einströmen, sowie über die uns ebenfalls noch ganz unbekannte Lebensdauer der farbigen Blutzellen sehr verschieden ausfallen müssen. Immerhin ist es aber sehr wahrscheinlich, dass ein grosser Theil der farblosen Zellen sein Ziel nicht erreicht und, ohne zur farbigen Zelle sich umzuwandeln, zu Grunde geht. Möglicherweise sind gerade solche alternde, dem Untergang entgegeneilende Zellen die mit zahlreichen Fettkörnchen erfüllten Exemplare, von welchen oben die Rede war.

Aber auch über das Wie dieser Umwandlung der ungefärbten zur farbigen Zelle fehlen uns noch zur Zeit die näheren Beobachtungen. Wir können nur etwa sagen, dass die kuglige farblose Zelle meist unter Verkleinerung sich zur platten kreisrunden Scheibe metamorphosiren und mit Verlust des Kernes den gelben farbigen Inhalt in sich erzeugen werde. (Bei den Wirbelthiergruppen, wo ein Kern in der farbigen Zelle vorkommt, ist jenes Gebilde also bleibend.) Man hat die Vermuthung aufgestellt, dass namentlich die kleineren sogenannten Lymphkörperchen des Blutes, besonders solche, in welchen ein Kern nicht sichtbar zu machen, zur Weiterbildung bestimmt seien (*Koelliker*). Indessen werden sich auch einer derartigen Umwandlung kernhaltiger und grösserer Lymphzellen keine theoretischen Schwierigkeiten in den Weg stellen, da ja auch die embryonalen Blutzellen grösser und kernhaltig sind, worüber ein späterer Abschnitt zu handeln hat.

Etwas besser ist man über den Ort der Umbildung gegenwärtig aufgeklärt. Einmal scheint es die ganze Blutbahn, indem man wenigstens an den grösseren Zellen des Frosches (wenn auch nur spärlich) Zwischenformen zwischen beiderlei Zellen bemerkt. Dann finden sich bei Mensch und Säugethier gerade im Milzblute derartige Zellen, von wel-

chen man nicht zu sagen weiss, ob es noch Lymphzellen oder ob es schon farbige Blutkörperchen sind[1]).

Anmerkung. 1) Vergl. *Funke*, Physiologie Bd. 1. S. 117 (1854); *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 188. — Aus dem Inhalt des *Ductus thoracicus* sind derartige Zwischenformen schon länger bekannt.

§ 90.

Während das Blut in anatomischer Hinsicht als ein ziemlich einfaches Gewebe mit flüssiger Intercellularsubstanz erschien, bringt seine physiologische Stellung eine sehr verwickelte Mischung mit sich. Indem es nämlich den Mittelpunkt des vegetativen Geschehens, das grosse Stromgebiet des Stoffwechsels darstellt, müssen in ihm (wenn auch vielfach noch in andern Verbindungen) die Stoffe erwartet werden, welche zur Gewebebildung wie zur Ernährung überhaupt dienen. Ebenso treten durch es die verschiedenartigen Umsatzprodukte hindurch, die in den Absonderungen den Körper verlassen. So kann es uns denn auch kein Wunder nehmen, wenn die wichtigsten Substanzreihen des Organismus, mit welchen uns eine frühere Betrachtung vertraut machte, beinahe alle in dem Blute vertreten sind. Die Schwierigkeit der Untersuchung bringt es indessen mit sich, dass hier noch viele Lücken des Wissens zur Zeit existiren.

Die Stoffe aber, welche man mit grösserer oder geringerer Sicherheit gegenwärtig als Blutbestandtheile ansehen darf, würden folgende sein: 1) Aus der Gruppe der Eiweisskörper: Albumin, Fibrin, Globulin, sämmtlich in löslicher Modifikation. Hierzu kommt noch ein geronnener Proteinkörper, welcher die Membran der Blutzellen bildet. Vermisst wird das Kasein. Ebenso fehlen die Leimsubstanzen und die elastische Materie im Blute[1]). — 2) An festen Fettsäuren und zwar gewöhnlich verseift, seltener in Verbindung mit Glycerin: wohl die Stearinsäure, Palmitinsäure und Margarinsäure, zu welchen die Oelsäure hinzukommt. An flüchtigen Fettsäuren Buttersäure; ferner 3) sind die räthselhaften Gehirnfette in unserer Flüssigkeit ebenfalls repräsentirt. — 3) An Kohlenhydraten: Traubenzucker, während man Milchzucker und Inosit vermisst hat. — 4) An stickstofflosen, wie stickstoffhaltigen Säuren: Milchsäure, Harn- und Hippursäure, während andere wie Oxalsäure, Benzoesäure, Gallensäuren fehlen. — 5) An Basen: Harnstoff, Kreatin (?), Kreatinin (?), Sarkin (?), Xansin (?), während dagegen andere Alkaloide und verwandte Stoffe, wie Leucin, Tyrosin, Glycin, Taurin nicht in ihm enthalten sind. — 6) An Stearoptenen: Cholestearin (und Serolin?). — 7) An Farbestoffen: Hämatin, während die Gallenpigmente dem normalen Blute meist abgehen. — 8) Extraktivstoffe und endlich 9) Zahlreiche Mineralbestandtheile und zwar neben Wasser an Basen: Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron; ferner an Metallen Eisen, Ku-

pfer und Mangan (?), an Säuren: Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure und Kieselsäure und endlich an Gasen: Kohlensäuregas, Sauerstoff- und Stickstoffgas.

Es hat indessen eine solche chemische Kenntniss des Gesammtblutes nur einen sehr untergeordneten Werth, indem höchstens für chemiche Statistik einige Folgerungen zu gewinnen sind. So sieht man eben nur aus einer derartigen Aufzählung der Mischungsbestandtheile des Blutes, dass die wichtigsten Nahrungskörper in ihm enthalten sind und ein Theil der Umsetzungsprodukte unseres Leibes ebenfalls nicht fehlt.

Bei dem Reichthum der Mischungsbestandtheile wird es sich vielmehr vor allen Dingen darum handeln, zu ermitteln: 1) welche Stoffe und in welchen Mengenverhältnissen bilden die farbigen Blutkörperchen? 2) wie sind die farblosen zusammengesetzt? 3) aus welchen Materien besteht die Intercellularflüssigkeit des Blutes, sein sogenanntes Plasma? 4) da zu erwarten steht, dass ein Theil der Mischungsbestandtheile des Gesammtblutes sowohl in den zelligen Elementen als in der Flüssigkeit zugleich vorkommt, wird zu bestimmen sein, in welchen relativen Mengenverhältnissen sie in den Zellen wie in dem Plasma erscheinen.

Nur auf diesem Wege kann von einer irgendwie genügenden Einsicht in die chemische Konstitution und das physiologische Geschehen des Blutes überhaupt die Rede sein, kann ermittelt werden, was die Blutzelle in chemischer Hinsicht ist und was die Flüssigkeit, in der sie schwimmt und mit welcher sie in einem beständigen endosmotischen Wechselverhältniss begriffen ist.

Fragen wir nun, wie weit die eben gestellten Anforderungen bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft als erfüllt zu betrachten sind und wie weit nicht, so ist darüber Folgendes festzuhalten: Es ist bis zur Stunde unmöglich gewesen, die farblosen Blutzellen von den farbigen zu isoliren. Wir sind desshalb über die Mischung der ersteren völlig im Dunkeln und werden die farbigen Zellen auf der anderen Seite stets verunreinigt mit den farblosen, welche wir nicht auszuscheiden vermögen, erhalten müssen, eine Fehlerquelle, welche jedoch bei der sehr geringen Zahl der Lymphkörperchen im menschlichen Blute nur eine geringe ist. Dann sind wir unvermögend, die farbigen Blutzellen frisch, d. h. wie sie wasserhaltig im Blute strömen, direkt zu bestimmen. Dieses ist ein Uebelstand, welcher die früheren Analysen namentlich dadurch unbrauchbar macht, dass die Chemiker genöthigt waren, den Gesammtwassergehalt des Blutes ganz irrthümlich dem Plasma allein zuzurechnen, statt dass er, wie es sich von selbst versteht, hätte auf Plasma und Zellen vertheilt werden müssen. Sonach konnte das Plasma mit einem ganz unnatürlich hohen Wassergehalt erscheinen, während den Vorstellungen über die Konstitution der feuchten strömenden Blutzelle ein weiter Spielraum gegeben war[1].

Anmerkung: 1) Wir können hier nicht in die reichhaltige Literatur der Blutmischung eintreten und verweisen den Leser auf die genaue und gute Behandlung des Gegenstandes in *Lehmann*'s physiologischer Chemie. Bd. 2. S. 125. Unter den neueren Erscheinungen der Literatur heben wir nur hervor: *C. Schmidt*, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau 1850.

§ 91.

Erst in neuerer Zeit ist es dem Scharfsinn von *Schmidt* gelungen, die feuchte Blutzelle allerdings nur indirekt und mit nicht völliger Genauigkeit zu bestimmen. Lassen sich auch gegen seine Methode manche Einwürfe machen, immerhin gebührt ihm das Verdienst, unsere Vorstellungen von der Blutmischung wesentlich erweitert zu haben.

Die Konstitution des Blutes in chemischer Hinsicht dürfte am leichtesten verständlich werden, indem wir die quantitative Analyse *Schmidt*'s vorausschicken.

1000 Theile Venenblut eines 25jährigen männlichen Körpers ergeben:

Blutzellen	513,02			
Diese enthielten: Wasser	349,69			
Feste Bestandtheile	163,33			
Hämatin (incl. 0,512 Eisen)	7,70			
Globulin etc.	151,89			
Unorgan. Bestandtheile (mit Ausschluss von Eisen)	3,74			
Chlor	0,898		Chlorkalium	1,887
Schwefelsäure	0,031		schwefels. Kali	0,068
Phosphorsäure	0,695		phosphors. Kali	1,202
Kalium	1,586	=	phosphors. Natron	0,325
Natrium	0,241		Natron	0,175
phosphors. Kalk	0,048		phosphors. Kalk	0,048
phosphors. Magnesia	0,031		phosphors. Magnesia	0,031
Sauerstoff	0,206			
Plasma	486,98			
Dieses enthielt: Wasser	439,02			
Feste Bestandtheile	47,96			
Fibrin	3,93			
Albumin	39,89			
Unorgan. Bestandtheile	4,14			
Chlor	1,722		schwefels. Kali	0,137
Schwefelsäure	0,063		Chlorkalium	0,175
Phosphorsäure	0,071		Chlornatrium	2,701
Kalium	0,153	=	phosphors. Natron	0,132
Natrium	1,661		Natron	0,746
phosphors. Kalk	0,145		phosphors. Kalk	0,145
phosphors. Magnesia	0,106		phosphors. Magnesia	0,106
Sauerstoff	0,221			

Um die Verschiedenheit der Blutzelle gegenüber dem Plasma in qualitativer wie quantitativer Hinsicht zu erkennen, reihen wir eine Zusammenstellung *Lehmann*'s an:

1000 Theile **Blutzellen.**		1000 Theile **Blutplasma.**	
Wasser	688,00	Wasser	902,90
Feste Bestandtheile	312,00	Feste Bestandtheile	97,10
Spezifisches Gewicht	1089	Spezifisches Gewicht	1028
Hämatin	16,75	Fibrin	4,05
Globulin und Zellenmembran	282,22	Albumin	78,84
Fett	2,31	Fett	1,72
Extraktivstoffe	2,60	Extraktivstoffe	3,94
Unorganische Bestandtheile (mit Ausschluss von Eisen)	8,12	Unorganische Bestandtheile	8,55
Chlor	1,686	Chlor	3,644
Schwefelsäure	0,066	Schwefelsäure	0,115
Phosphorsäure	1,134	Phosphorsäure	0,191
Kalium	3,328	Kalium	0,323
Natrium	1,052	Natrium	3,341
Phosphors. Kalk	0,114	Phosphors. Kalk	0,311
Phosphors. Magnesia	0,073	Phosphors. Magnesia	0,222
Sauerstoff	0,667	Sauerstoff	0,403

Es geht aus den vorangeschickten Analysen über die wesentlicheren Blutbestandtheile also soviel hervor, dass die farbigen Zellen ungefähr zu $^2/_3$ ihres Gewichtes aus Wasser bestehen, dass unter den festen Bestandtheilen Globulin und Hämatin die hauptsächlichsten sind, Stoffe, welche dem Plasma gänzlich abgehen, während die Fette, Extraktivstoffe und die Mineralbestandtheile mit Ausnahme des Eisens in beiden Theilen des Blutes zugleich vorkommen, jedoch so, dass die Menge der Extraktivmaterien in der Zelle eine geringere ist als im Plasma. Ebenso zeigen die einzelnen Salzverbindungen in der Zelle und der Flüssigkeit des Blutes höchst merkwürdige Differenzen. Umgekehrt erhalten wir im Plasma als besondere, der Zelle mangelnde Substanzen Fibrin und Albumin. Der Wassergehalt ist natürlich in ihm ein viel höherer. Während die Zelle zu $^2/_3$ ihres Ganzen aus Wasser besteht, bildet letzteres im Plasma $^9/_{10}$. Die Differenzen des spezifischen Gewichtes fallen hiermit zusammen.

§ 92.

Gehen wir jetzt zur Besprechung der **Mischung der Blutzellen** über, so scheiden die farblosen Elemente, welche, wie schon früher be-

merkt, nicht isolirt werden können, aus. Das Wenige, was über sie sich etwa angeben liesse, wird bei der Erörterung von Chylus und Lymphe ohnehin passender zur Sprache kommen. — Die farbigen Zellen erschienen uns für Mensch und Säugethier als kernlose Bläschen, gefüllt mit einem homogenen gelblichen Inhalte, der von einer zarten Hülle umschlossen wird und einen regen endosmotischen Austausch erkennen liess. Es werden demnach alle Substanzen, welche die Blutzelle enthält, mit Ausnahme der ihre Membran bildenden, im Zustande der Lösung in ihr enthalten sein müssen. Diese Mischungsbestandtheile des farbigen Blutkörperchens sind aber zahlreiche, wie schon der vorige § gelehrt hat.

Die Zellenmembran unserer Gebilde ist in qualitativer Hinsicht sehr ungenau und in quantitativer gar nicht gekannt. Man weiss eben nur, dass sie aus einem geronnenen Proteinkörper besteht, welchen man fälschlich früher für Fibrin manchmal angesehen hat. Sie ist unlöslich in Wasser, lösbar dagegen in Essigsäure und Alkalien. Im Uebrigen muss die Hülle der Blutzelle auch in ihrer Mischung Differenzen besitzen, da schon gegen Wasser keineswegs alle Blutkörperchen sich gleich verhalten (s. oben).

Der Zelleninhalt besteht nun zunächst aus zwei wesentlichen innig gemengten oder verbundenen, in Wasser löslichen Stoffen, deren einer zur Gruppe der Proteinkörper zählt, während der andere ein Farbestoff und die Ursache der ganzen Blutfarbe ist. Es sind das Globulin (§ 15) und das Hämatin (§ 52). Allerdings, da sich beiderlei Substanzen nicht genau von einander trennen lassen, ist ersterer Körper nur unrein dargestellt worden. Er erscheint in der Zelle in einer bei weitem den Farbestoff überwiegenden Menge und kann mit diesem in der Gestalt der merkwürdigen Blutkrystalle krystallinisch erhalten werden (§ 53).

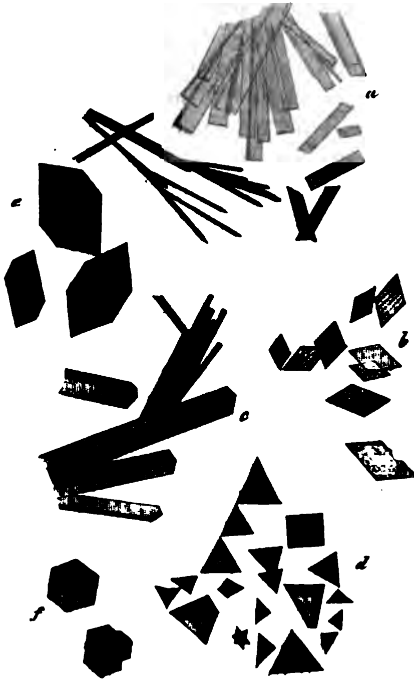
Die Blutkrystalle, welche *Funke* zuerst in dem Milzvenenblut entdeckte, wo ihre Abscheidung besonders leicht vor sich geht, lassen sich auf verschiedenen Wegen gewinnen; so wenn man einen Tropfen Blut mit Wasser und dann mit Alkohol oder Aether versetzt und ihn etwas eintrocknen lässt (*Funke*, *Kunde*), oder indem man gewässertes Blut der Einwirkung von Sauerstoff- und Kohlensäuregas unterwirft (*Lehmann*), die überhaupt für das Zustandekommen dieser merkwürdigen Abscheidungen nöthig sind. Ebenso übt das Licht einen befördernden Einfluss aus.

Die krystallisirende Substanz der Blutzellen ist nun keineswegs identisch, indem schon die grössere oder geringere Leichtigkeit, mit welcher bei den einzelnen Thierformen die Krystallisation eintritt, auf Differenzen hinleitet, die durch die Verschiedenheiten der Krystallform ihre weitere Bestätigung finden (Fig. 98). Leider fehlt eine ausreichende chemische Analyse noch immer.

Der Farbestoff der Blutzelle oder das Hämatin, welches nicht in der löslichen Modifikation, in der es die Zelle führt, dargestellt werden kann, sondern bei seiner (unvollkommnen) Abtrennung von dem Protein-

körper des Blutzelleninhaltes in eine unlösliche übergeht, ist schon um seiner Zusammensetzung willen, in welcher Eisen enthalten, einer der merkwürdigsten Stoffe des Körpers. Da wir ihn weder in dem Plasma des Blutes noch in den Ersatzflüssigkeiten desselben, Lymphe und Chylus, antreffen, so muss er durch die chemische Thätigkeit der Blutzelle gebildet werden, ein Prozess, der uns noch unbekannt ist[2]). Der Hämatingehalt des Blutkörperchens ist im Uebrigen keineswegs immer der gleiche, wofür schon das bald gelblichere, bald blassere Ansehen einzelner Zellen spricht, ebenso die verschiedene Färbungskraft, welche einzelnen Blutarten gegenüber einem Wasserzusatz zukommt.

Fig. 98.



Blutkrystalle des Menschen und der Säugethiere (nach *Funke*). *a* Blutkrystalle aus dem Venenblut des Menschen; *b* aus der Milzvene; *c* Krystalle aus dem Herzblut der Katze; *d* aus der Halsvene des Meerschweinchens; *e* vom Hamster und *f* aus der *Jugularis* des Eichhörnchens.

Ueber den Fettgehalt der Blutkörperchen ist man ebenfalls noch nicht hinreichend aufgeklärt. Er ist ein beträchtlicher. Schon *Berzelius* hatte vermuthet, dass phosphorhaltige Fettsubstanzen, welche man im Gesammtblute angetroffen hatte, der Zelle angehören möchten. Später bestätigte dieses *Lehmann*. Letzterer Forscher vermuthet Glycerinphosphorsäure (§ 24) in der Blutzelle. Auch Oelphosphorsäure (§ 31) hat man in ihr angenommen. Solche phosphorhaltige Fettsubstanzen, wohl dieselben oder sehr ähnliche wie in der Gehirnsubstanz (wie man denn auch von Lecithin oder Myelin hier spricht), werden möglicherweise durch das Zellenleben erst hier erzeugt. Im Uebrigen scheinen die Zellen des venösen Blutes reicher an Fett zu sein, als diejenigen des arteriellen.

Die Zersetzungsprodukte der Blutkörperchen kennt man noch nicht. Soweit sie nicht auf exosmotischem Wege rasch die Zelle verlassen oder eine alsbaldige weitere Zersetzung erleiden, woran gedacht werden kann, erscheinen sie in der wenig erquicklichen Gestalt der sogenannten Extraktivstoffe (S. 89 Anmerkung).

Von grossem Interesse ist endlich das Verhalten der Mineralbestandtheile, welche der Zelle im Gegensatze zum umgebenden Plasma

zukommen, eine Seite der Blutmischung, welche man *Schmidt* verdankt. Es treten unter den Salzen der Blutzelle solche auf, welche im Wasser löslich sind, aber in geringerer Menge, als wenn die Zelle einfach vom Plasma durchtränkt wäre. Die Blutzelle erscheint nun ferner ärmer an Chlor, aber reicher an Phosphorsäure als das Plasma; ebenso zeigt sie einen viel höheren Kaligehalt, dagegen eine beträchtlich geringere Menge Natron als die Flüssigkeit. Wir erhalten somit in der Zelle vorzugsweise die phosphorsauren Alkalien, ebenso das Chlorkalium, während umgekehrt das Kochsalz in dem Plasma vorwiegt. Letzteres ist endlich reicher an phosphorsauren Erden als die Zelle. Die dem Blutkörperchen eigenthümlichen Verbindungen anorganischer Natur betragen nach *Schmidt* in 1000 Theilen frischer Blutzellen:

Schwefelsaures Kali . . .	0,132
Chlorkalium	3,679
Phosphorsaures Kali . . .	2,343
Phosphorsaures Natron .	0,633
Natron	0,341
Phosphorsaure Kalkerde	0,094
Phosphorsaure Magnesia	0,060.

Da Eisen in der Intercellularflüssigkeit nicht angetroffen wird (*Schmidt*), so muss der Gesammtgehalt des Blutes an diesem Metall der Zelle angehören. Auch Kupfer und das Mangan[3]) (dessen Existenz im Blute überhaupt noch sehr zu bezweifeln ist) dürften wohl der Analogie nach dem Zelleninhalte zuzuschreiben sein.

Die Blutzellen müssen endlich vorwiegend die Gase des Gesammtblutes enthalten, nämlich Sauerstoff, Kohlensäure und Stickgas, da der Blutflüssigkeit das Vermögen der Gasabsorption in weit geringerem Grade zukommt, ein Umstand, welcher schon seit längerer Zeit bekannt ist.

Woraus die Kerne der Blutkörperchen niederer Wirbelthiere bestehen, weiss man noch nicht mit Sicherheit anzugeben.

Anmerkung: 1) Hinsichtlich des näheren Verhaltens der Blutkrystalle sowie ihrer Literatur verweisen wir auf § 53. — 2) In einem früheren Abschnitte (§ 52) wurde bemerkt, dass die Quelle des Hämatins möglicherweise das Tyrosin wäre. Es dürfte hier der Ort sein, in diese Materie weiter einzutreten. Nach Untersuchungen von *Staedeler*, deren Mittheilung vor einer Veröffentlichung mir gestattet wurde, geht Tyrosin, wenn es einer langsamen und unvollkommneren Oxydation unterliegt, d. h. wenn man es mit verdünnter Salpetersäure in nicht zureichender Menge behandelt, so dass ein Theil Tyrosin nicht angegriffen wird, grössten Theils über in einen rothen Farbestoff. Dieser erscheint getrocknet von dunkelrothbrauner Farbe, löst sich nicht in Wasser, Alkohol und Aether, wohl aber in säurehaltigem Weingeist, woraus er durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak, ebenso wie Hämatin, ausgefällt werden kann. Der Theil des Farbestoffs, welcher durch etwas überschüssiges Ammoniak in Lösung bleibt, ertheilt letzterer bei auffallendem Lichte eine rein tiefrothe, undurchsichtige Farbe, welche der Blutfärbung bis zum Verwechseln gleicht. Bei durchfallendem Lichte ist das Kolorit grünlich. Wird das ausgeschiedene Pigment mit fixem Alkali an der Luft erhitzt, so ändert sich dem Hämatin aber-

mals analog das Kolorit in Grün um. — Hält man fest, dass wahrscheinlicher Weise das Hämatoidin als krystallinischer Körper das ursprüngliche eisenfreie Blutpigment bildet, zu welchem eine eisenhaltige Substanz als Paarling hinzukömmt und legt man dessen Formel, wie wir sie früher anführten, unter, so würde



Tyrosin — Hämatoidin

$$2\,(C_{18}\,H_{11}\,N\,O_{6}) = (C_{30}\,H_{18}\,N_{2}\,O_{6}) + C_{6}\,H_{4}\,O_{6}.$$

Dieser übrigbleibende Atomkomplex könnte als Kohlensäure ($C_2\,O_4$) und das Säureradikal der Essigsäure ($C_4\,H_4\,O_2$) betrachtet werden. Doch ist letzteres natürlich nur Vermuthung. — Bei genauerem Eingehen wird diese chemische Beobachtung durch eine Reihe physiologischer Thatsachen in auffallender Weise unterstützt. Gleich dem Leucin stellt bekanntlich auch das Tyrosin ein Oxydations- und Umsetzungsprodukt der Eiweissstoffe dar. Es ist also wahrscheinlich, dass letztere Base den aus Proteinkörpern bestehenden farblosen Blutzellen zukommen werde. Gerade in denjenigen Organen nun, wo diese Zellen in grössten Massen beisammen liegen, in der Milz, hat man es für den gesunden Organismus allein reichlicher getroffen (§ 40) und möglicherweise ist der gesuchte eisenhaltige Paarling des späteren Blutfarbestoffs in dem von *Scherer* aufgefundenen eisenhaltigen Proteinkörper der Milz gegeben (Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 298). Gelangen nun die Lymphkörperchen in den Blutstrom, so würde durch den Sauerstoff des Blutes jene Umwandlung des Tyrosins zum Pigmente bald eintreten. Auf solche Art erklärte es sich, dass unter normalen Verhältnissen das Blut überhaupt kein Tyrosin führt. In derselben Weise würde ein früher erwähntes Uebergangsverhältniss der farblosen Lymphzelle zum farbigen Blutkörperchen begreiflich sein, wie denn auch der Umstand, dass geronnene Lymphe an der Luft sich nachträglich röthen kann, in dieselbe Kategorie fiele. Auch die erste Entstehung des Blutfarbestoffs bei Embryonen, namentlich denjenigen eierlegender Wirbelthiere, würde begreiflicher, als sie es bisher war. — Früher (S. 84) wurde erwähnt, dass die färbende Materie der Muskeln mit derjenigen des Blutes übereinkommt. Die Erzeugung des Muskelfarbestoffs bei dem Mangel des Hämatins im Blutplasma bildete einen nicht aufzuklärenden Vorgang. An der Hand unserer Hypothese würde das Syntonin der Fleischfaser denselben Zersetzungsprozess erfahren, wie die Proteinkörper der farblosen Blutzelle. Hierbei könnte noch auf die Sauerstoffabsorption des Muskels (*G. v. Liebig*) sowie auf die Thatsache aufmerksam gemacht werden, dass, wie der Stoffwechsel des aktiven Muskels steigt, so gerade diejenigen Muskeln, welche sehr starker Benutzung unterliegen, vielfach röther auszufallen pflegen. — 3) Die Beobachtungen über das Erscheinen beider Metalle im Blute s. in *Lehmann*'s Zoochemie S. 144.

§ 93.

Die Zahl der Substanzen, welche die Intercellularflüssigkeit des Blutes in Lösung hält, ist eine noch beträchtlichere, als die der Zelle waren.

Wir treffen zuerst im Plasma zwei Körper der Proteingruppe, nämlich Fibrin und Albumin.

Der Faserstoff erscheint im Mittel etwa zu 4 auf 1000 Theile Blutflüssigkeit, bietet jedoch in seinen Mengenverhältnissen schon im gesunden Zustande beträchtliche Schwankungen dar. Dass er im Plasma überhaupt enthalten und nicht, wie man früher wähnte, in der Zelle (deren Membran er nach späteren Anschauungen noch bilden sollte), hat

zuerst schon vor längeren Jahren *J. Müller*[1]) nachgewiesen, indem er mit Zuckerwasser verdünntes Froschblut so rasch zu filtriren lehrte, dass erst in dem Filtrat die Gerinnung des Fibrins eintritt.

Die chemischen Eigenschaften des Faserstoffs fanden schon früher im allgemeinen Theil ihre Erörterung (§ 12). Indem wir diesen Körper in der löslichen Modifikation nicht untersuchen können, ist den Hypothesen über seine Natur ein weiter Spielraum gegeben. So kann man bis zur Stunde darüber streiten, ob es überhaupt einen löslichen Faserstoff gibt (*Brücke*), ob er der progressiven Metamorphose angehört, d. h. eine Substanz ist, welche zur Gewebebildung verwendet wird, oder ob er schon ein Umsetzungsprodukt histogenetischer Eiweissstoffe darstellt. Letztere Ansicht ist unter anderm auch von *Virchow*[2]) vertreten worden (man sehe oben bei Seite 25 die Anmerkung). Dieser Forscher nimmt an, dass die aus der Blutbahn transsudirten Organflüssigkeiten noch nicht den eigentlichen Faserstoff enthalten, sondern als Umsetzungsprodukt der Eiweissgewebe eine Vorstufe desselben, d. h. einen Körper, welchem das Vermögen der spontanen Gerinnung noch nicht zukomme. Indem letztere Substanz mit der Organflüssigkeit durch den Lymphstrom in die Blutbahn zurückgeführt werde, solle sie erst hier durch die Einwirkung des Sauerstoffs zum wirklichen, d. h. freiwillig gerinnenden Faserstoff werden, eine Anschauung, welcher allerdings manche Thatsachen günstig sind. — Durch diese Eigenschaft spontaner Koagulation verursacht, wie später zur Sprache kommen muss, das Fibrin die Gerinnung des ganzen Blutes.

Das Albumin, welches, wie die vorangeschickten Analysen schon lehrten, in bei weitem grösserer Menge im Blutplasma enthalten ist, als der Faserstoff, erscheint in demselben verbunden mit Alkali als sogenanntes Natronalbuminat und zwar in mehrfachen Verbindungen, so dass es in seinen Eigenschaften nicht ganz gleich ausfällt.

Wie weit noch andere Proteinstoffe im Blutplasma vorkommen, ist bei der gegenwärtigen Unsicherheit des Wissens eine schwer zu entscheidende Frage. Kasein[3]) unter den Plasmabestandtheilen anzunehmen, wie Manche wollen, dazu liegt kein Grund vor[4]).

Ueber die Fette des Blutserums weiss man zur Zeit ebenfalls noch nicht viel. Sie kommen zum grossen Theile verseift und gelöst, selten als Neutralverbindungen suspendirt in kleinen Molekülen vor. Werden sie in letzterer Form ungewöhnlich massenhaft, so kann die Blutflüssigkeit ein trübes, opalisirendes Ansehen dadurch erlangen. Uebrigens scheinen die gewöhnlichen Fettsäuren das Plasmafett zu bilden, indem man Oelsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure und Margarinsäure (§ 27 u. 28) hier anzunehmen berechtigt ist. Eine verhältnissmässig gar nicht unbedeutende Quantität des Fetts haftet dem Faserstoff an. Konstant trifft man in geringer Menge noch einen schon früher berührten eigenthümlichen Körper, das Cholestearin (§ 51), im Plasma an. Ueber das Serolin hat man die Anmerkung S. 82 zu vergleichen.

Was die übrigen näher bekannten Bestandtheile des Plasmas angeht, welche meistens als Zersetzungsprodukte angesehen werden müssen, so ist deren Zahl sicher bei der Natur unsrer Flüssigkeit eine beträchtliche. Man weiss darüber zur Zeit etwa Folgendes: 1) Von organischen Säuren steht für den Normalzustand die Existenz der Milchsäure noch nicht ganz fest, während sie in krankhaftem Blute gefunden ist. Letzteres vermag aus der Gruppe der flüssigen Fettsäuren Ameisensäure zu führen. Essigsäure hat man nach Alkoholaufnahme bemerkt (§ 26)[5]. Physiologisch höchst wichtig ist das Fehlen der Tauro- und Glykocholsäure[6]) im Plasma, während dagegen von den Säuren des Harns sowohl die Harnsäure als die Hippursäure angetroffen werden. An organischen Basen hat man Harnstoff, Kreatin, Kreatinin und Sarkin[7]) für den Normalzustand theils sicher, theils mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen, eine Reihe, welche sich wohl in den nächsten Jahren noch vergrössern dürfte[8]) Leucin und Tyrosin erscheinen nur pathologisch; sie können bei Leberkrankheiten in geringer Menge vorkommen. — Zu diesen Stoffen kommt noch aus der Gruppe der Kohlenhydrate als Plasmabestandtheil Traubenzucker hinzu (*Bernard* und *Schmidt*). Er wird theils mit der Nahrung aufgenommen, theils in der Leber gebildet. Wie *Lehmann* und *Bernard* zeigten, tritt der Krümelzucker im Pfortaderblute entweder gar nicht oder nur in Spuren auf, während das Lebervenenblut an ihm reich ist[9]). Dagegen ist der Milchzucker wahrscheinlich fehlend und der Inosit noch nicht beobachtet worden.

Endlich findet sich noch als Ursache einer schwach gelblichen Färbung des Blutplasmas ein unbekannter Farbestoff. Die Gallenpigmente fehlen dagegen im gesunden Zustande dem Plasma (wenigstens in der Regel[10])). — Die Extraktivstoffe der Blutflüssigkeit kommen in grösserer Menge als in den Zellen vor.

Was endlich die Mineralbestandtheile des Plasmas betrifft, so erscheinen diese in quantitativer Hinsicht wesentlich abweichend von denjenigen des Blutkörperchens. Der Gehalt an Chlor ist viel beträchtlicher als in der Zelle, geringer dagegen die Menge der Phosphorsäure. Während in dem Blutkörperchen die Menge des Kalis den Natrongehalt übertraf, dreht sich in dem Plasma dieses Verhältniss geradezu um, so dass wir in letzterem die Natronsalze und ganz besonders das Kochsalz, in überwiegender Menge vorfinden. Nach *Schmidt* zeigen 1000 Theile Blutplasma:

Schwefelsaures Kali . . .	0,281
Chlorkalium	0,359
Chlornatrium	5,546
Phosphorsaures Natron .	0,271
Natron	1,532
Phosphorsauren Kalk . .	0,298
Phosphorsaure Magnesia	0,218.

Zu den in der Tabelle angeführten Salzen kommt kohlensaures Natron, worüber § 61 zu vergleichen ist, und wohl spurweise Fluorcalcium. Ebenso ist eine kleine Menge Kieselsäure im Plasma enthalten. Ammoniaksalze in Minimalmenge fehlen dem gesunden lebenden Blute[11]) wohl nicht. Eisen, wie schon erwähnt, wurde im Plasma vermisst.

Anmerkung. 1) *Müller's* Physiologie Bd. 1. S. 120. 1834. — 2) Vergl. dessen Arbeit über den Faserstoff S. 57 der Gesammelten Abhandlungen. — 3) Ueber den Käsestoff der Blutflüssigkeit, das sogenannte Serumkasein, vergl. § 14. Anmerkung. — 4) Das Fehlen der Leimstoffe im Blute ist für die Genese der leimgebenden Gewebe eine physiologisch wichtige Thatsache. Nur bei der in einem früheren § berührten Störung der Blutbildung, der sogenannten Leukämie, fand *Scherer*, wie oben (§ 8) erwähnt ist, einmal Leim im Blutplasma. — 5) Flüchtige Fettsäuren, welche höhere Glieder der Reihe bilden, scheinen nicht gänzlich zu fehlen, wofür auch schon der eigenthümliche Geruch frischen Blutes sprechen dürfte. Man könnte an Buttersäure denken, doch ist sie im Blute nicht nachgewiesen. — 6) Auch unter pathologischen Verhältnissen scheinen die beiden gepaarten Säuren nur selten vorzukommen. (*Frerichs*, Klinik der Leberkrankheiten. Braunschweig 1858. S. 100.) Da, wie man durch *Bidder* und *Schmidt* weiss, die in den Darm ergossene Galle zu einem grossen Theile wieder durch Resorption in die Blutbahn zurückkehrt, müssen also beide durch die Leberthätigkeit erzeugten Säuren baldige Umwandlungen erfahren und bei dieser leichten Zersetzung aufhören nachweisbar zu sein. — 7) Ueber alle diese Stoffe sehe man den allgemeinen chemischen Theil. — 8) So ist es sehr wahrscheinlich, dass gleich dem Sarkin das so nahe verwandte Xanthin der Blutflüssigkeit nicht fehlen werde, nachdem so eben *Scherer* (Annalen Bd. 107. S. 314) Untersuchungen über das weite Vorkommen dieser Substanz durch den gesunden Körper veröffentlicht hat. (Offenbar ist es derselbe Stoff, der schon Jahre vorher von *Staedeler* in der Ochsenniere, der Milz (?), sowie der Leber und den Mesenterialdrüsen Typhöser gefunden wurde. Annalen Bd. 99. S. 289 und 304.) — 9) Er erfährt indessen gleich dem aus der Nahrung aufgenommenen Zucker eine baldige Zersetzung, durch welche er aufhört nachweisbar zu sein, so dass man an das Verhältniss der Gallensäuren erinnert wird. — 10) In heisser Sommerzeit können Gallenpigmente oder verwandte Farbestoffe aus dem Blut in den Harn gesunder Personen übergehen (vergl. *Frerichs* a. a. O. S. 97). — 11) Kohlensaures Ammoniak hat man bei Krankheiten beobachtet (vergl. den Harnstoff § 41).

§ 94.

Die vorangehenden §§ lehrten an einem Beispiele eine mittlere Blutzusammensetzung kennen. Die Natur unserer Flüssigkeit bringt es mit sich, dass dasselbe nach Geschlecht, Alter, sonstigen Lebensverhältnissen, dem Stand der Ernährung und Absonderungen schon in den Tagen des gesunden Lebens in den Quantitätsverhältnissen ihrer Bestandtheile beträchtliche Schwankungen erfährt. Diese fallen jedoch mehr der Physiologie als einer Gewebechemie zu. Das Blut der Männer ist im Allgemeinen reicher an Blutzellen als das der Weiber. Für das erstere Geschlecht beträgt nach *Schmidt* das Mittel 512 p. m., für einen weiblichen Körper erhielt er nur 369,24. Ebenso nimmt die Menge der Körperchen

im höheren Alter ab und ist in der früheren Lebenszeit eine geringere als beim Erwachsenen. Ferner sinkt die Menge der Zellen bei schlechter Ernährung sowie in Folge von stärkeren Blutverlusten. Der Wassergehalt der Zellen steigt und fällt mit dem der Intercellularflüssigkeit. Unter den festen Bestandtheilen der letzteren unterliegt der Faserstoff weit beträchtlicheren Quantitätsschwankungen als das Albumin. Letzteres kommt im Uebrigen in weit höherer Menge als das Fibrin vor und muss überhaupt als der für Ernährung und Gewebebildung wichtigste Proteinkörper des Plasmas betrachtet werden.

Wichtiger erscheinen dagegen die Differenzen zwischen den einzelnen Blutarten eines und desselben Körpers. Indem das Blut die allgemeine Ernährungsflüssigkeit darstellt, tritt es überall mit den Geweben in einen Austausch der Bestandtheile, gibt Ernährungsmaterialien an sie ab und empfängt andere Stoffe zurück. Da die chemische Beschaffenheit der einzelnen Gewebe und Organe verschieden ist, ebenso ihre Zersetzungsreihen sich ändern, so werden die Mischungsverhältnisse des Bluts in den einzelnen Gefässbezirken sich erheblich modifiziren müssen. Aus der Milchdrüse des säugenden Weibes wird beispielsweise ein anders gemischtes Blut abfliessen als aus der Gehirnsubstanz. Noch erheblicher fallen diese Differenzen in den Drüsen und der Lunge aus. Das Blut, was in die Niere einströmt, wird reicher an Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, gewissen Mineralbestandtheilen sein müssen, als das der Nierenvene. Das Blut, welches die Lunge verlässt, hat Kohlensäure und Wasser abgegeben, dagegen Sauerstoff aufgenommen u. a. m.

Der rohe Zustand der Blutanalyse hat dieses ergiebige Feld bisher nur höchst dürftig ausbeuten lassen. Wir vermögen nur Einiges zur Zeit zu bestimmen: so über die Verschiedenheit zwischen arteriellem und venösem Blut, über die Differenzen des Pfortader- und Lebervenenblutes und den Unterschied zwischen dem Inhalt der Milzarterie und Milzvene.

1. Arterielles und venöses Blut. Die übliche Untersuchungsweise vergleicht mit dem arteriellen Blute das aus einer Hautvene entnommene venöse, also nur eine Art des Venenblutes. Man nimmt gewöhnlich an, dass das Arterienblut im Ganzen reicher an Faserstoff, an Extraktivstoffen, an Wasser und Salzen sei als das venöse, diesem dagegen in den Mengenverhältnissen von Albumin und Fett nachstehe. Doch ist hierauf kein grosses Gewicht zu legen. Nach *Lehmann*[1]) enthalten kleinere Venen mehr Fibrin und Wasser, aber weniger Zellen als die Arterien. Derselbe Forscher fand, dass die Körperchen des arteriellen Blutes mehr Hämatin und Salze, aber bei weitem weniger Fett als diejenigen des venösen führen. Das arterielle Blut enthält im Verhältniss zu den übrigen Gasen mehr Sauerstoff, das venöse ist reicher an Kohlensäure.

2. Pfortader- und Lebervenenblut. Schon oben (§ 88) wurde bemerkt, dass die farblosen Zellen im Lebervenenblute in grösserer

Menge vorkommen als in dem der Pfortader. Ebenso erscheinen die farbigen Zellen des Lebervenenblutes abweichend von denjenigen der übrigen Blutarten wie der *V. portae* im Besondern (§ 85). Endlich scheidet sich aus dem Lebervenenblut, wie *Lehmann* fand, in interessanter Weise kein Fibrin gerinnend ab, während die Pfortader gewöhnlichen Faserstoff führt. Der ebengenannte Forscher nahm die chemische Untersuchung bei Pferd und Hund vor und erhielt als Resultat einen bedeutend grösseren Reichthum von Zellen im Lebervenenblut sowie eine beträchtliche Wasserabnahme (die durch die Gallensekretion mit Nothwendigkeit erfordert wird). Ferner fehlt in ihm das Fibrin und es ist der Albumingehalt desselben ein geringerer als in der Pfortader. Endlich ist das Lebervenenblut ärmer an Salzen und Fetten, reicher dagegen an Extraktivstoffen und ganz besonders an Traubenzucker. — Die farbigen Blutzellen der Lebervene zeichnen sich in chemischer Hinsicht durch einen Reichthum fester Bestandtheile aus; aber der Fett-, Salz- und Eisengehalt hat dabei eine Abnahme erfahren[2]).

3. Milzarterien- und Milzvenenblut. Schon früher wurde des Milzvenenblutes als der in anatomischer Hinsicht abweichendsten Blutart gedacht, indem es ein sehr grosses Kontingent farbloser Zellen besitzt (§ 88) und Uebergangsformen zwischen beiderlei Zellenformen erkennen lässt. Ebenso ist das Milzvenenblut ausgezeichnet durch seine kugligeren Zellen und die Leichtigkeit der Krystallisation, wie § 92 lehrte. *Funke* machte ausserdem auf etwas modifizirte Lymphkörperchen dieser Blutart aufmerksam, welche grösser und mit einem Inhalt kleiner dunkler Körnchen versehen sind. Die chemische Untersuchung, welche der ebengenannte Gelehrte vornahm, ergab als einzigen durchgreifenden Unterschied dieser so eigenthümlichen Blutart gegenüber dem gewöhnlich beschaffenen der Milzarterie eine Abnahme des Fibrins[3]).

3. Menstrualblut. Das Blut, welches bei Frauen während der zeugungsfähigen Periode in vierwöchentlichen Fristen aus den zerrissenen Gefässen der Uterinschleimhaut ergossen wird, zeichnet sich beinahe immer durch den Mangel gerinnenden Faserstoffs aus. Man nimmt an, dass durch die Zumischung des Schleimes der inneren weiblichen Genitalien dem Fibrin die Gerinnungsfähigkeit verloren gehe. Eine irgend befriedigende chemische Analyse fehlt. Die mikroskopische zeigt es mit den Formbestandtheilen des Schleims verunreinigt.

Anmerkung. 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 67. S. 321. — 2) Vergl. *Lehmann*'s Physiologische Chemie 2te Auflage. Bd. 2. S. 85 und 223. — 3) *Funke* in *Henle*'s und *Pfeuffer*'s Zeitschrift. Neue Folge. Bd. 1. S. 172, sowie dessen Atlas Taf. 12. Fig. 2 und 3. — Dass das Milzvenenblut dabei noch eigenthümliche Stoffe enthalten werde, hat die spätere Betrachtung der Milz zu zeigen.

§ 95.

Es dürfte hier der passendste Ort sein, auf die schon früher erwähnten Verschiedenheiten der Farbe von arteriellem und venösem Blute einzutreten.

Die Farbe des Blutes wird, wie sich früher ergab, dadurch bewirkt, dass in der im Allgemeinen farblosen Intercellularflüssigkeit farbige Zellen in grösster Menge vorkommen, deren kolorirter Inhalt von sehr zarter, durchsichtiger Hülle umschlossen wird. Abgesehen von untergeordneten Differenzen, erscheint das Kolorit des Arterienblutes heller oder kirschroth, während das venöse Blut eine dunklere, mehr bläulich rothe Färbung erkennen lässt.

Ueber die Ursachen dieser Farbenverschiedenheit weiss man zur Zeit Folgendes.

Je grösser in einer bestimmten Blutmenge die Zahl der farbigen Zellen, um so dunkler und undurchsichtiger wird jene erscheinen müssen, je geringer, um so heller und durchscheinender. Ein grosser abnormer Ueberschuss des farblosen Formelementes wird ebenfalls die Färbung des Blutes heller gestalten müssen. So erscheint leukämisches Blut nach dieser Richtung oft höchst auffallend verändert. Ebenso wird drittens bei gleicher Zahl farbiger Zellen ein Steigen oder Sinken ihrer Hämatinmenge auf die Farbe erhöhend oder schwächend einwirken.

Dann ist — und darauf hat zuerst *Henle* die Aufmerksamkeit gelenkt — für das Kolorit unsrer Flüssigkeit die Gestalt der Blutzelle nicht gleichgültig. Alle Agentien, welche das farbige Blutkörperchen verkleinern, beispielsweise eine konzentrirte Salzlösung, hellen die Farbe auf; alle Einwirkungen, unter denen die Zelle aufquillt, verdunkeln das Blut. Man begreift diese Wirkungen leicht. Stärker zusammengezogene oder verkleinerte Blutkörperchen haben eine dickere, den gefärbten Inhalt weniger hindurchschimmern lassende Hülle. Ebenso würden die verkleinerten, mit concaveren Oberflächen versehenen Blutzellen hier wie kleine Hohlspiegel wirken können. Dass die Durchsichtigkeit des Blutes sich hierbei verringere, bedarf kaum der Erwähnung. Unter entgegengesetzten Verhältnissen, wie sie z. B. durch den Zusatz von Wasser hervorgerufen werden, wird die kuglig aufgequollene Zelle das Blut dunkler und zugleich auch durchsichtiger machen müssen. Dass nach dem Zerplatzen der Zellenmembranen die Lösung des Hämatins im Wasser als eine ganz durchsichtige rothe Flüssigkeit erscheinen werde, versteht sich von selbst.

Viel kräftiger ist aber die Einwirkung gewisser Gase auf die Blutfarbe. Von jeher hat man dem Sauerstoff die hellrothe Farbe des Schlagaderbluts und der Kohlensäure die dunkle des venösen Bluts zugeschrieben. Leicht lehrt dann auch das Durchleiten der betreffenden Gase die Richtigkeit dieser Annahmen. Ein Strom von Oxygen macht das Blut

hell kirschroth, Kohlensäure färbt es dunkelroth. Blut, welches an der Luft längere Zeit offen gestanden, ist an der Oberfläche heller.

Zur Erklärung dieser Thatsachen bieten sich zwei Möglichkeiten dar. Einmal die Gase rufen eine Formveränderung der Zellen hervor oder sie lassen das Blutkörperchen unverändert und wirken auf einem anderen, wohl chemischem Wege. Möglicherweise könnten beiderlei Wirkungsarten sich verbinden. *Nasse*[1]) und *Harless*[2]) geben die entsprechenden Formumänderungen durch die beiden Gase an, eine Behauptung, welche bezweifelt wird. Sicher steht es dagegen, dass eine Lösung des Hämatins in Wasser, ja sogar weingeistige Lösungen des vorher geronnenen Blutroths unter der Einwirkung unserer beiden Gase dieselben Farbenveränderungen eingehen, wie das Blut selbst (*Bruch*[3])). Interessant ist die Beobachtung *Brücke*'s[4]), dass die arteriellen Blutzellen stets röthlich, die venösen dagegen bei durchfallendem Lichte grünlich erscheinen, während sie bei auffallender Beleuchtung sich gleich der arteriellen Zelle verhalten. Denselben Farbenwechsel zeigen auch Lösungen des Hämatins in angesäuertem Weingeist bei Zusatz von Alkalien[5]).

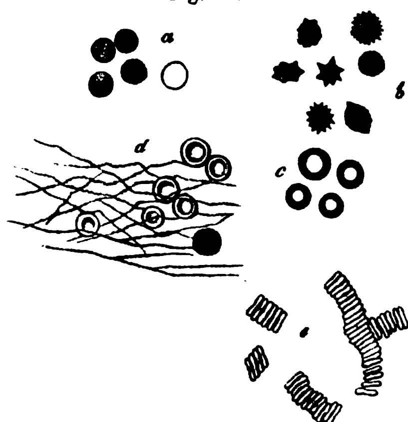
Anmerkung. 1) Vergl. den Artikel »Blut« im Handwörterbuch der Physiologie Bd. 1. S. 97. — 2) Monographie über den Einfluss der Gase auf die Form der Blutkörperchen bei *Rana temporaria*. Erlangen 1846. — 3) *Henle* und *Pfeuffer*, Zeitschrift. Bd. 1. S. 440 und Bd. 3. S. 308; ferner in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 4. S. 373. — 4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 11. S. 1070 und Bd. 13. S. 485. — 5) Man vergl. damit das Verhalten des aus Tyrosin zu gewinnenden rothen Farbestoffes. § 92. Anmerk. 2.

§ 96.

Senkung der Blutzellen. Die farbigen Blutkörperchen besitzen, wie schon früher erwähnt worden ist, ein beträchtlich höheres spezifisches Gewicht als ihre Intercellularflüssigkeit, nämlich im Mittel 1089 : 1028. Sie würden sich desshalb in dem entleerten oder überhaupt zur Ruhe gekommenen Blute, dem Zuge der Schwere folgend, allmählich zu Boden senken müssen, wenn nicht das so rasche Gerinnen des Fibrins dieses in den meisten Fällen unmöglich machte. Doch vermag, wenigstens in ihren Anfängen, jene Senkung schon in einem spät gerinnenden Blute manchmal zur Geltung zu kommen. Schöner tritt uns der Prozess entgegen, wenn man das Blut durch Schlagen seines Fibrins oder letzteres durch Zusatz von Reagentien der Gerinnungsfähigkeit beraubt hat. Hier sehen wir nach einer längeren Zeit eine Sonderung der ganzen Blutmasse eintreten in eine oberflächliche, fast farblose, durchsichtige Flüssigkeitsschicht und eine den Boden einnehmende, rothe Masse der gefärbten Blutzellen. Die weitere mikroskopische Prüfung lehrt, dass das zweite Formelement, die Lymphzelle, an dieser Senkung als leichterer Körper keinen Antheil genommen hat. Vergleichungen zeigen ferner, dass die Absetzung der farbigen Zelle in der Flüssigkeit bald rascher, bald langsamer eintritt.

Eigenthümlich ist die Lagerung, welche die Blutkörperchen von Mensch und Säugethier uns hierbei darbieten. Statt vereinzelt in der Flüssigkeit zu schwimmen, wie es während des Lebens der Fall ist, haben sie sich vielmehr jetzt mit ihren breiten Flächen an einander gelegt, so dass sie Säulchen bilden (Fig. 99. *e*), ähnlich Münzstücken in einer Geldrolle. Verfolgt man diese Rollenbildung, welche schon in einem Tropfen frisch aus der Ader entnommenen Blutes eintritt, unter dem Mikroskope von ihrer Entstehung an, so sieht man anfänglich ein paar der Zellen sich gegen einander legen. Indem neue hierauf sich ansetzen, wächst das Säulchen oder Röllchen rasch. Ganz gewöhnlich reihen sich an derartige kleine Säulen andere Röllchen unter verschiedenen Winkeln an, so dass dendritische, manchmal fast netzartige Figuren die Folge sind. Der Zusatz von Wasser löst die Rollen, indem die einzelnen kuglig aufquellenden Zellen sich wieder von einander trennen. Die rundlichen Körperchen des Leber- und Milzvenenblutes zeigen wohl desshalb keine säulenartige Gruppirung.

Fig. 99.



Blutzellen des Menschen. *e*. Rollenbildung derselben.

Was unsere Säulchenbildung bewirkt, ist unbekannt. Die Erklärung des Phänomens durch eine Klebrigkeit der Intercellularflüssigkeit oder der Zellenoberfläche genügt nicht. In letzter Hinsicht nehmen die entschieden klebrigeren Lymphkörperchen des Blutes an der Säulchenbildung niemals Antheil.

Jedenfalls aber wird diese Gruppirung der farbigen Zellen ihre Senkung wesentlich befördern. Vereinigt nämlich in solcher Art müssen die kleinen Gebilde den Widerstand, welchen die Flüssigkeit ihrem Herabsinken bietet, leichter überwinden als getrennt. Haben sich einmal Rollen gebildet, so macht sich dem entsprechend in dem auf's Neue geschüttelten Blut die Senkung bald wieder geltend[1]).

Anmerkung: 1) Auffallend ist die Beobachtung, dass Zusätze, welche die Intercellularsubstanz verdichten, wie der einer konzentrirten Zuckerlösung, das Herabsinken der Blutzellen beschleunigen, während man gerade das Gegentheil erwarten sollte.

§ 97.

Gerinnung des Blutes. Das Blut beginnt nach der Entleerung rasch, schon nach wenigen Minuten, seine Konsistenz zu ändern, indem

es gerinnt. Langsamer tritt diese Koagulation innerhalb der Gefässe bei der Leiche oder bei Blutergüssen im Innern des lebenden Körpers ein.

Was nun zuerst das Phänomen selbst betrifft, so bemerkt man in dem lebenden Körper entnommenen Blute schon nach 2—5 Minuten den Anfang der Umänderung. Zuerst findet man an der Oberfläche die Bildung eines Häutchens, welches jedoch von grösster Zartheit und Feinheit ist, so dass es noch am leichtesten, wenn man die Flüssigkeit anbläst, entdeckt werden kann. Bald wird es etwas derber und fester, so dass es mit einer Nadelspitze abgenommen zu werden vermag. Unter diesem Häutchen erscheint anfänglich das Blut noch ebenso flüssig, als in dem Momente, wo es die Ader verlassen hatte.

Von der Oberfläche der Flüssigkeit verbreitet sich die eben berührte Membranbildung allmählich über die Seitenränder und den Boden, die Stellen also, mit welchen die Blutprobe die Wand der Schale berührt. Bald ändert sich auch die Konsistenz des so umhüllten Blutes; dieses wird anfänglich dicklicher, wie eine im Erkalten begriffene Lösung von Tischlerleim, um in nicht langer Zeit die Beschaffenheit einer steifen Gallert- oder einer vollkommen erkalteten, saturirten Leimlösung anzunehmen. Damit, nach 7—11 Minuten, hat das Blut alle flüssige Beschaffenheit eingebüsst und ist zu einer durchaus festen Masse verwandelt, deren Gestalt durch die Form des beherbergenden Gefässes vorgezeichnet wird.

Der Vorgang aber hat hierbei sein Ende noch nicht erreicht. Die feste Gallerte kontrahirt sich nachträglich mehr und mehr, um einen Theil der beim Gerinnen eingeschlossenen Intercellularflüssigkeit wieder auszutreiben. Die Anfänge dieser Zusammenziehung beginnen ziemlich rasch. Ihr Ende erreicht sie erst in einer verhältnissmässig langen Zeit, nach 12—48 Stunden. Anfänglich erscheinen an der freien Oberfläche des Koagulums einige kleine, spärliche Tröpfchen einer durchsichtigen Flüssigkeit. Bald werden der Tröpfchen mehrere; sie fliessen zu grösseren Tropfen und endlich zu einer Flüssigkeitsschicht zusammen, welche die Oberfläche der geronnenen Blutmasse bedeckt. Indem das Koagulum sich fortgehend zu einem kleineren Volumen zusammenzieht, sammeln sich ähnliche Flüssigkeitsschichten, wie die an der Oberfläche ist, zwischen jenem, sowie den Seitenrändern und dem Boden des Gefässes und die geronnene Masse, welche früher der Schale fest anhing, so dass sie umgedreht werden konnte, ohne dass etwas herausfiel, beginnt in der ausgepressten Flüssigkeit zu schwimmen.

Von nun an erfährt der Akt nur noch eine quantitative Aenderung, indem durch fortgehende Zusammenziehung der geronnene Klumpen sich weiter und weiter verkleinert und eine stets steigende Flüssigkeitsmenge aus seinen Poren heraustreibt. Ist der Prozess aber zu Ende gekommen, so erscheint ein bald grösseres, bald kleineres, bald weicheres, bald festeres Koagulum in einer verschiedenen Menge wasserheller Flüssigkeit, welche gleich dem Plasma einen leicht gelblichen Anflug erken-

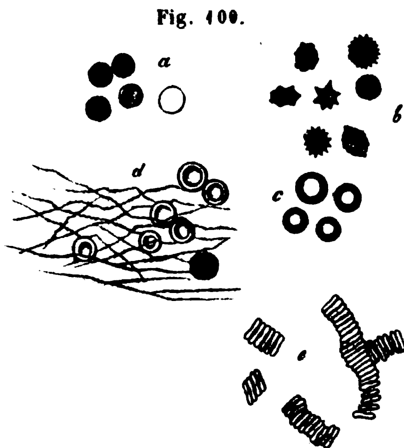
nen lässt. Die geronnene Masse, indem sie sich im Ganzen gleichartig zusammengezogen hatte, richtet sich in ihrer Gestalt nach der Form des Gefässes, so dass sie z. B. in einer gewöhnlichen Porzellanschale plankonvex, in einem chemischen Probirröhrchen cylindrisch erscheint. Ihre Farbe ist diejenige des Bluts, in den unteren und inneren Partien dunkelroth, an der Oberfläche heller.

Man nennt diesen rothen Klumpen den Blutkuchen, *Crassamentum* oder *Placenta sanguinis*, während die Flüssigkeit, in welcher er schwimmt, den Namen des Blutwassers oder Blutserums, *Serum sanguinis* trägt.

Wie verhalten sich nun beiderlei Theile des geronnenen Blutes zu der lebenden, den Körper durchströmenden Blutmasse, ihren Zellen und ihrer Intercellularsubstanz?

Rufen wir uns in das Gedächtniss zurück, dass letztere eine Fibrin in Lösung enthaltende Flüssigkeit ist. Wie sonst überall, wird auch hier der Fasserstoff bei ihrer Entleerung aus der löslichen in die unlösliche Modifikation übergehen, wobei er, da seine Menge im Blute dazu ausreicht, die ganze Flüssigkeit sammt ihren Zellen im Gerinnen mit einschliesst, ebenso wie, um den Vergleich wieder aufzunehmen, eine Lösung von Tischlerleim beim Erkalten in ihr suspendirte Körperchen umschliesst. Bei der weiter fortgehenden Kontraktion der Gallerte wird diese in steigender Proportion einen Theil der nunmehr fibrinfreien Intercellularflüssigkeit des Blutes aus ihren Maschen hervorpressen, während die Blutzellen in ihr zurückbleiben. Sonach besteht das Blutwasser aus der Intercellularflüssigkeit, die ihren Faserstoff eingebüsst hat oder es ist, wie man sich ausdrückt, defibrinirtes Plasma. Der Blutkuchen wird von den Blutzellen, welche in dem geronnenen Faserstoff eingeschlossen sind, gebildet sein müssen. Und in der That zeigt uns die mikroskopische Untersuchung dünner Schnitte der *Placenta sanguinis* in einer homogenen, fasrig oder faltig erscheinenden Substanz eingebettet, die unveränderten Zellen (Fig. 100 *d.*). Es versteht sich übrigens von selbst, dass ein mehr oder weniger ansehnlicher Rest der Intercellularflüssigkeit noch im Blutkuchen eingeschlossen und zurückgeblieben ist.

Fig. 100.



Blutzellen des Menschen. *d* Geronnener Faserstoff mit eingeschlossenen Körperchen.

Nach dem eben Bemerkten theilt das Blutserum mit dem Plasma die Durchsichtigkeit, die leicht gelbliche Färbung und die chemischen Cha-

raktere. Sein spezifisches Gewicht muss etwas geringer ausfallen. Es kann zwischen 1026—1029 angenommen werden [1]). Nicht selten ist ein Bruchtheil der farbigen Blutkörperchen bei der Gerinnung nicht mit umschlossen worden, die alsdann als röthlicher Bodensatz des Serums erscheinen.

Durch Schlagen und Peitschen des entleerten Blutes setzt sich der Faserstoff gerinnend um den Stab ab und das Blut bleibt flüssig. Solches defibrinirtes Blut zeigt die im vorigen § behandelte Senkung der farbigen Blutzellen am schönsten.

Anmerkung: 1) Für die Verschiedenheiten des spezifischen Gewichtes von Plasma und Serum mögen hier zwei *Schmidt*'sche Bestimmungen angeführt sein. In dem ersten Falle, bei einem Manne, hatte das Plasma 1031, das Serum 1029, während dieser Forscher für das Blut einer Frau das Plasma erhielt mit 1027 und das Serum mit 1026.

§ 98.

Uebrigens bietet die Blutgerinnung noch gar mancherlei Verschiedenheiten dar, deren genauere Erörterung uns hier zu weit führen würde [1]). Wir heben desshalb nur Einiges aus dieser Materie hervor.

Was die Zeitverhältnisse betrifft, so kann die Gerinnung beschleunigt oder verlangsamt sein. Die Verzögerung bildet im Allgemeinen das häufigere Vorkommniss. — Beschleunigt wird das Koaguliren des Blutes durch Bewegung der Flüssigkeit in der Form des Schlagens und Peitschens. Das Blut der Männer soll im Allgemeinen langsamer gerinnen als das der Frauen. Ferner soll arterielles Blut schneller koaguliren als venöses, dessen höherer Kohlensäuregehalt einen verlangsamenden Einfluss übe. Die allgemeine Richtigkeit dieses Satzes wird in neuester Zeit von *Brücke* in Abrede gestellt; da, wenn allerdings auch vielfach venöses Blut langsamer gerinnt, es auf der andern Seite spät fest werdendes arterielles Blut und umgekehrt rasch koagulirendes venöses gibt.

Die atmosphärische Luft beschleunigt die Gerinnung. Dem entsprechend gerinnt Blut um so schneller, in je feinerem Strahle es aus der Aderöffnung hervorströmt, je flacher die auffangende Schale ist etc. Damit in Einklang steht die alte Erfahrung *Hewson*'s, dass Luft in die Gefässe eines lebenden Thieres eingeblasen, wenigstens manchmal, das Gerinnen befördert. Indessen kann man die Lufteinwirkung mit aller Vorsicht von den Gefässen eines todten Thieres abschliessen, ohne dass es gelingt, dass Blut flüssig zu erhalten [2]). Das Blut vermag also ohne den Einfluss des Oxygens der atmosphärischen Luft zu gerinnen, wie es auch in Kohlensäure-, Wasserstoff- und Stickgas fest wird.

Was den Einfluss der Temperatur betrifft, so beschleunigt im Allgemeinen Wärme den Prozess, während Kälte ihn verlangsamt. Blut vermag im Uebrigen bei allen Temperaturgraden über dem Nullpunkt zur Gerinnung zu kommen. Setzt man so eben entleertes Blut einer

sehr starken Kälte aus, so kann das Gefrieren noch vor der Koagulation eintreten und ein derartiges, vorsichtig aufgethautes Blut nachträglich gerinnen.

Wie weit Mischungsveränderungen des Blutes die Zeitverhältnisse des Gerinnens bestimmen können, ist noch nicht hinreichend ermittelt. Einmal scheint in der Natur des Fibrins selbst hier ein wichtiges Moment gegeben zu sein. In dieser Art gerinnt das Blut mancher Säuger, wie des Pferdes, langsam, das anderer, wie des Schafes, schnell. Die Annalen der Medizin bewahren merkwürdige Fälle eines ganz ausserordentlich späten Koagulirens[3]) auf, welche wohl ebenfalls nur durch gewisse Modifikationen des Faserstoffes zu erklären sind. Dass eine Faserstoffvermehrung die Gerinnung beschleunige, bewährt sich nicht. Wasserreichthum soll den Prozess beschleunigen, während schleimige Lösungen indifferenter Stoffe, von Zucker, Eiweiss etc., die entgegengesetzte Wirkung üben.

Ebenso ändert sich die Beschaffenheit des Blutkuchens wieder vielfach, indem er bald ungewöhnlich klein und fest, bald gross, weich und mürbe erscheint. Armuth an Blutkörperchen kann ersteres, eine Steigerung derselben das letztere Verhältniss herbeiführen. Eine grössere Zahl von Zellen nämlich muss unter sonst gleichen Verhältnissen als ein Hinderniss der Zusammenziehung des Faserstoffs betrachtet werden und der entgegengesetzte Umstand fördend erscheinen. Auch ein höherer Wassergehalt des Blutes führt einen weichen Kuchen herbei.

Es gibt vielfach unvollkommene Arten der Gerinnung, wo der Prozess auf einer seiner früheren Stufen stehen bleibt, ja ein ganz weicher mürber Kuchen kann nachträchlich wieder später zerfliessen. Endlich fehlt die Gerinnung in einzelnen Blutarten des gesunden Organismus, so im Lebervenenblut und in der Regel wenigstens in dem Menstrualblute der Frauen (S. 181). In vom Blitz erschlagenen, asphyktisch gestorbenen Körpern etc. hat man die ganze Blutmasse flüssig bleiben gesehen[4]).

Die Blutgerinnung kann bei unserer Unkenntniss der Proteinstoffe zur Zeit nicht erklärt werden. An Versuchen dazu hat es natürlich seit den Urzeiten der Medizin nicht gefehlt. Man hat die Abkühlung der Blutmasse, ihr Zuruhekommen, die Einwirkung des Sauerstoffs als Ursachen des Prozesses vielfach betrachtet. In der Neuzeit ist *Brücke* für eine ältere, schon von *A. Cooper* und *Thackrah* vertheidigte Ansicht wiederum in die Schranken getreten, dass das Blut durch den Kontakt mit der lebenden Herz- und Gefässwandung flüssig erhalten werde.

Anmerkung: 1) Wir verweisen für die Blutgerinnung auf *Nasse*'s Artikel »Blut« im Handwörterbuch der Physiol. Bd. 1. S. 102, auch auf *Henle*'s Handbuch der rationellen Pathologie Bd. 2. Abthl. I. S. 11, *Virchow*, Gesammelte Abhandlungen S. 57 und *Brücke*, in *Virchow*'s Archiv Bd. 12. S. 81 und 172. — 2) Blut kann aber auch in der Leiche flüssig bleiben und beim Herausnehmen in Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre erst nachträglich gerinnen. — 3) Man s. die Beboachtung *Polli*'s in *Virchow*'s Gesammelten Abhandlungen S. 113. — 4) Es dürfte wohl

hier der passendste Ort sein, der sogenannten Faserstoffschollen zu gedenken. Sie kommen im Blute des Menschen und der höheren Thiere zahlreich vor, erscheinen als Plättchen von unbestimmt rundlicher, eckiger oder länglicher, manchmal ganz unregelmässiger Form und Dimensionen von 0,01 bis 0,143'''. *Nasse*, der Entdecker, hielt sie für geronnenen Faserstoff, was sie aber ihrem chemischen Verhalten nach nicht sein können. Man hat an abgelöste Epithelialzellen, an verklebte Hüllen von Blutkörperchen, an unbestimmte Gerinnsel gedacht. *Bruch* wollte sie für in das Blut gefallene Epidermiszellen ansehen. (*Nasse* a. a. O. S. 108. *Henle* l. c. S. 152. *Virchow*, Gesammelte Abhandlungen S. 145. *Bruch* in *Henle*'s und *Pfeuffer*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 216.)

§ 99.

Wir reihen hier noch eine Modifikation der Gerinnung an, welche mit der Bildung der sogenannten Speckhaut, *crusta phlogistica* s. *inflammatoria*, verbunden ist. Man versteht darunter einen Koagulationsprozess, bei welchem der Blutkuchen in seiner oberen Schicht, nicht wie gewöhnlich roth, sondern gelblich weiss erscheint, also hier keine farbigen Zellen umschliessen kann. Die mikroskopische Untersuchung dieser oberflächlichen Lage zeigt uns denn auch in dem geronnenen Fibrin nur die spezifisch leichteren farblosen Lymphkörperchen eingebettet.

Diese Art des Blutkuchens bildet sich einmal bei einer ungewöhnlich raschen Senkung der farbigen Blutzellen, bei welcher letztere schon aus der oberen Flüssigkeitsschicht in dem Momente verschwunden sind, wo die Koagulation des Fibrins eintritt, während die leichteren farblosen Zellen hier noch verweilten. Andererseits muss eine verspätete Gerinnung des Fibrins bei gewöhnlichem Senkungsvermögen der Blutzellen denselben Effekt üben können, indem diese Zeit gefunden hatten, aus den oberen Flüssigkeitsschichten herabzusinken, und in der That ist es gerade langsam gerinnendes Blut, welches am häufigsten die Speckhaut darbietet.

In beiden Fällen trifft das Fibrin im Momente des Gerinnens in der obersten Lage der Flüssigkeitssäule keine farbigen Zellen mehr zum Einschluss an. Es gerinnt also reiner, nur das Bruchtheil farbloser Körperchen umgebend. Da die Menge der Zellen, wie der vorige § lehrte, im Allgemeinen ein für die Kontraktion des Faserstoffs ungünstiger Umstand ist, wird sich in unserer obersten Lage das Fibrin um die spärlichen Lymphkörperchen vielfach energischer kontrahiren, als in den tieferen rothen Partien des Kuchens. So erklärt es sich, dass die sogenannte Speckhaut gewöhnlich eine konkav eingedrückte kleinere Scheibe bildet, als der unter ihr gelegene rothe Theil der Placenta.

Die *Crusta inflammatoria* findet sich vielfach pathologisch und, wie ihr Name es ausdrückt, besonders bei Entzündungen, obgleich auch ganz andere Leiden sie zeigen können. Sie kommt aber auch unter mehr nor-

malen Verhältnissen, so im Blute der Schwangeren vor[1]). Ebenso treffen wir sie oft im gesunden Thierblute. Das spät gerinnende Blut des Pferdes und das mit grossen Zellen versehene Blut mancher Amphibien mögen hier erwähnt sein.

Anmerkung. 1) Vergl. *Nasse* l. c. S. 121. — *Henle* a. a. O. S. 55.

§ 100.

Was endlich die Entstehung des Blutes bei Embryonen[1]) betrifft, so ist dieser Abschnitt der Histogenese einer der genauer bekannten.

Die erste Blutbildung fällt in eine sehr frühe Zeit des Fötallebens. Die primären Blutzellen sind aber in nichts den charakteristischen Blutkörperchen der späteren Zeit verwandt; sie stellen vielmehr nur die gewöhnlichen Bildungs- oder sogenannten Embryonalzellen dar, aus welchen ursprünglich die verschiedensten Theile des Körpers bestehen.

Das Auftreten der ersten Blutzellen steht in nächstem Zusammenhang mit dem Erscheinen des Herzens und der grossen Gefässe. Beide Theile sind anfänglich nicht hohl, sondern solide Zellenanhäufungen. Die Geschicke dieser dicht neben einander gelegenen Zellenansammlungen sind aber verschieden, indem die peripherischen Zellen mit einander verwachsen oder sich inniger verbinden, um die erste Gefäss- und Herzwand darzustellen, während zwischen den innern, der Achse benachbarten Zellen allmählich Flüssigkeit sich ansammelt, so dass sie schliesslich von letzterer aufgeschwemmt werden.

Von diesem Momente an darf man von einem Blute beim Embryo sprechen, indem die Flüssigkeit in der Herz- und Gefässanlage das erste spärliche Plasma darstellt und die in ihm suspendirten Zellen die ursprünglichen Blutkörperchen.

Anfänglich erscheinen nun letztere, wie schon oben gesagt, in der Gestalt indifferenter kugliger Zellen mit feinkörnigem Inhalt und einem oft bläschenförmigen und den Nucleolus zeigenden Kerne. Noch fehlt in ihnen das für die spätere Zeit so charakteristische Hämatin. Sie wechseln im Uebrigen in ihrer Grösse und übertreffen oft die farbigen Zellen des ausgebildeten Blutes. Für den Hühnerembryo erhalte ich jedoch als häufige Mittelzahl 0,0057'''.

Die Zelle hellt sich allmählich mehr auf und die charakteristische gelbe Hämatinfärbung derselben beginnt, indem der Inhalt diesen Farbestoff erzeugt (§ 92. Anm. 2). Die somit farbigen gekernten Zellen variiren in ihrer Grösse bei Mensch und Säugethier von 0,0025 — 0,007''' (*Paget*, *Koelliker*).

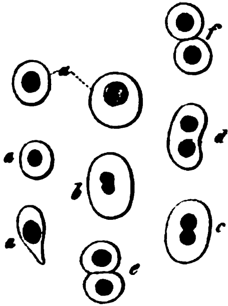
Indem die Ablösung der Embryonalzellen zu Blutkörperchen mit der Weiterbildung des Gefässsystemes sich fortsetzt, wird in diesem Zeit-

raum das Blut beiderlei Zellen die farbigen als die vorgerückteren, und die ganz unreifen farblosen führen müssen.

In den früheren Perioden des Fötallebens tritt aber ein reger Vermehrungsprozess der farbigen Blutzellen auf dem Wege der Theilung ein, dessen erste Beobachtung man *Remak* verdankt und welcher leicht am Hühnerembryo verfolgt werden kann.

Hier beginnt der Vorgang mit der Theilung des Nucleolus, dann folgt mit der Einschnürung der Kern. Gewöhnlich zerfällt letzterer in zwei, nur sehr selten nach *Remak* in drei oder vier Stücke. Manchmal theilt sich ein so entstandener Kern aufs Neue. Doch bedarf es eines sehr genauen Durchmusterns, um Zellen mit mehr als der Zweitheilung beim Hühnchen überhaupt zu entdecken. Endlich folgt mit ihrer Durchschnürung die Zellenmembran. Die grosse Zartheit dieser Blutzellen bringt es mit sich, dass leicht Artefakte entstehen, z. B. Zellen, die über die Mitte eingefurcht sind und nur in der einen Hälfte einen Nucleus zeigen, oder Zellen, deren zwei kernführende Abtheilungen durch einen längeren dünnen Verbindungsfaden zusammenhängen. Bei dem Hühnerfötus sind es gerade die Zeiten des Bildungslebens, in welchen eine regere Blutvermehrung stattfindet, wo ein derartiger Theilungsprozess häufiger zu bemerken ist. Später, in vorgerückter Periode, hört er ganz auf. (So nach *Remak*'s und eignen Beobachtungen.)

Fig. 101.



Blutkörperchen junger Hirschembryone; bei *a* die meist kugligen Zellen; *b*—*f* Theilungsprozess derselben.

Für die Säugethierklasse verdankt man schöne Untersuchungen *Koelliker*, von deren Richtigkeit ich mich schon vor Jahren an Hirschembryonen (Fig. 101) überzeugt habe, sowie kürzlich wiederum an Kaninchenfrüchten. Auch hier ist derselbe Theilungsprozess zu erkennen. Nach *Remak* kommen mehrkernige Zellen häufiger vor. Die Kerne erschienen mir stets granulirt. Im Uebrigen ist der Theilungsakt wiederum, wie es den Anschein hat, zeitweisen Schwankungen unterworfen. So zeigten mir Kaninchenembryone von 4‴ die in Theilung begriffenen Zellen nur sehr sparsam, während beträchtlich grössere das Phänomen häufig erkennen liessen.

Das weitere Geschick dieser noch im Allgemeinen grösseren, wenngleich im Ausmaass sehr wechselnden Zellen besteht nun darin, dass sie mehr und mehr die kuglige Form und die wechselnden Dimensionen verlieren und unter Verkleinerung die typische Gestalt annehmen, wobei beim Säugethier die Kerne verschwinden. Man bemerkt schon frühzeitig einzelne solcher vollkommen ausgebildeter, nur höchst delikater Zellen unter den kugligen und gekernten der Anfangszeit. So zeigten meine Kaninchenfrüchte von 4‴ ungefähr $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$ der ganzen Zahl schon kern-

los und typisch gestaltet. *Koelliker* fand bei Schafembryonen von 3½‴ noch keine entwickelten Blutkörperchen der Art; ebenso vermisste sie *Paget* bei einem 4‴ langen menschlichen Embryo noch ganz. Bei Schafembryonen von 9‴ sind sie nach dem ersteren Beobachter noch ungemein spärlich, wogegen sie bei Früchten desselben Thieres, die 13‴ massen, schon weitaus die Mehrzahl bildeten. Bei menschlichen Embryonen aus dem dritten Monat betrugen sie erst ⅙—⅛ der ganzen Blutmasse. Schafembryone von 5—13‴ Länge zeigten dagegen die kernführenden Zellen schon auf ein geringes Bruchtheil herabgesunken.

Die mit dem Erlöschen des Theilungsprozesses natürlich fortgehende Vermehrung der farbigen Blutkörperchen scheint wie beim Erwachsenen, so auch dem Fötus durch die Lymphknoten und namentlich auch durch die Milz zu geschehen. Frühe schon bemerkt man die daher stammenden charakteristischen Lymphkörperchen unter den farbigen Zellen auftreten[2]). Eine Blutbildung in der Leber, wie man sie annahm, muss dagegen zweifelhaft erscheinen[3]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker* in *Henle*'s und *Pfeuffer*'s Zeitschrift Bd. 4. S. 112 und *Fahrner, De globulorum sanguinis in mammalium embryonibus atque adultis origine. Diss. Turici* 1845, ferner *Paget* in *Lond. med. Gaz.* 1849. *p.* 188. und *Remak* in *Müller*'s Archiv 1858. S. 178. — 2) Bei Hühnerembryonen vom 5ten Tage der Bebrütung begegnet man ihnen öfter und ebenso schon unzweideutigen Uebergangsformen zu farbigen Zellen. — 3) Sie wurde in neuerer Zeit namentlich von *Koelliker* vertheidigt. (S. Mikrosk. Anat. Bd. 2. 2te Hälfte, S. 590, ebenso Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 188.)

2. Die Lymphe und der Chylus.

§ 101.

Wie bei dem vorigen Gewebe erwähnt worden, treten ununterbrochen während des Lebens in Form wässriger Lösungen Blutbestandtheile aus den Haargefässen in die umgebenden Gewebe.

Dieser Austritt geschieht theils durch einen Filtrations–, theils durch einen Diffusionsprozess und ist für die Ernährung der Körpertheile, der Gewebe und Organe unentbehrlich, indem diese in gewissen Bestandtheilen jener ausgetretenen Lösungen ihre Nahrungsmaterialien erhalten. Letztere sind nun erfahrungsgemäss für die einzelnen Gewebe verschieden, andere beispielsweise für den Knochen, andere für das Gehirn, den Muskel u. s. w. Die Gewebeflüssigkeiten werden also durch Verlust verschiedener Nahrungsmaterialien in den einzelnen Körpertheilen allmählich differente chemische Zusammensetzungen annehmen müssen.

Es mischen sich aber jenen Flüssigkeiten auch die Umsatzstoffe der Gewebe, ihre Zersetzungsprodukte bei. Auch diese sind, wie schon der

allgemeine chemische Theil gelehrt hat, in den einzelnen Organen wiederum verschieden. So entsteht also eine neue Quelle für die wechselnde Beschaffenheit der einzelnen Gewebeflüssigkeiten.

Zur Abfuhr der letzteren, sofern sie nicht durch Diffusionsvorgänge unmittelbar in die Blutbahn zurückkehren, besitzt nun der Körper ein besonderes Kanalwerk, welches mit seinen Abflussröhren in das Blutgefässsystem sich einsenkt, in seinen Wurzeln aber noch wenig gekannt ist. Man nennt es das Lymphgefässsystem und die von ihm umschlossene farblose Flüssigkeit die Lymphe.

Letztere, wenn sie auch dem Auge des Beobachters ziemlich gleichartig entgegentritt, kann unmöglich nach dem eben Bemerkten in den einzelnen Bezirken dieselbe Mischung haben. Sie wird vielmehr stets nach Gewebe und Organ different ausfallen und somit ein Fluidum von noch wechselnderer Konstitution bilden müssen, als die Blutmasse der einzelnen Stromgebiete war.

Es findet sich im Organismus aber noch eine zeitweise anderen Zwecken dienende Abtheilung des Lymphgefässsystems vor. Die Lymphkanäle der Schleimhaut des Dünndarms[1]) führen nämlich im nüchternen Zustande die Flüssigkeit ihres Gewebes mit dem allgemeinen Charakter der Lymphe. Zur Zeit der Verdauung jedoch treten in die Anfänge dieses Röhrenwerks Eiweisskörper und Fette der Nahrung ein. Jetzt erfüllt eine mehr weissliche, undurchsichtige, oft ganz milchartige Flüssigkeit diese Gänge. Man hat ihr auf das Ansehen hin den Namen des Chylus oder Milchsaftes gegeben und spricht somit von einem Chylusgefässsystem.

Anmerkung: 1) Es steht anhin, ob nicht auch in anderen angrenzenden Partieen des Lymphsystems, den Gefässen der Magen- und Dickdarmschleimhaut, bisweilen eine ähnliche Aufnahme von Chylus vorkommt. Vergl. noch *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 174.

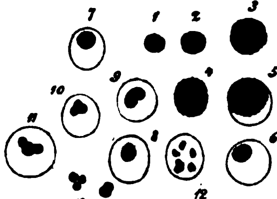
§ 102.

Beide Säfte[1]) enthalten in einem Plasma oder einer flüssigen Intercellularsubstanz eine mässige Menge von Zellen suspendirt, welche (schon von *Leeuwenhoek* und *Mascagni* entdeckt) nach ihrem Vorkommen den Namen der Lymph- und Chyluskörperchen tragen.

Sie stimmen mit den früher erörterten farblosen Zellen des Blutes (§ 87) in allen wesentlichen Eigenschaften überein; ja sie sind mit ihnen identisch. In das Blut nämlich einströmend circuliren die Zellen von Lymphe und Chylus als farblose Blutkörperchen weiter. Daneben kommen besonders im Chylus noch unmessbar feine staubartige Moleküle vor, ferner grössere Elementarkörnchen und (hauptsächlich in einzelnen Bezirken der Lymphbahn) farbige Blutkörperchen.

Die Zellen (Fig. 102) erscheinen in beiden Flüssigkeiten unter manchen Verschiedenheiten der Grösse sowie des sonstigen Verhaltens, ohne

Fig. 102.



Zellen der Lymphe; bei 1—4 unverändert; bei 5 erscheint Kern und Schale; dasselbe bei 6, 7 und 8; bei 9 beginnt der Kern sich zu spalten, ebenso bei 10 und 11; bei 12 ist er in 6 Stücke zerfallen; bei 13 freie Kernmassen.

dass in der Vertheilung ein irgendwie durchgreifendes Gesetz existirte, wenngleich zuweilen die eine oder die andere Zellenform in diesem und jenem Bezirke das Uebergewicht erlangen mag. Von grösserem Interesse ist aber ein anderer Umstand, welcher namentlich im Chylusgefässsystem scharf zu erkennen ist Hier bemerkt man in den feinsten, aus der Darmwand eben hervorgetretenen Kanälen unsere Zellen entweder gar nicht oder nur spärlich, während nach der Passage der Mesenterialknoten dieselben mit einem Male zahlreich werden.

Die Grösse schwankt bei Mensch und Säugethier beträchtlich, kann aber im Mittel auf 0,002—0,004''' angenommen werden, mit Extremen nach beiden Seiten hin. Die Erscheinung (Fig. 102, 1—3) ist, wie bemerkt, diejenige der Lymphkörperchen des Blutes, die Form eine der kugligen sich annähernde, das Ansehen ein mattes, granulirtes (1—3), wobei aber die Körnchen des Zelleninhaltes bald sehr fein, bald gröber gefunden werden und manchmal der Charakter von Fettmolekülen deutlicher hervortritt (4). Auch Pigmentkörnchen scheinen, freilich als spärliche Ausnahmen, im Zelleninhalte vorkommen zu können.

Nur selten entdeckt man ohne weitere Behandlung die Andeutung eines grossen rundlichen kernartigen Körpers im Innern der Zelle. Fast immer bedarf es zum Nachweise eines derartigen Gebildes der Anwendung der Reagentien, des Wassers, dann aber namentlich der Essigsäure. Das jetzt beginnende Aufquellen der Zelle lässt gewöhnlich zuerst einen durchsichtigen wasserhellen Hof erscheinen (5), welcher später in weiterem Abstande den sich verkleinernden Kern umhüllt (6). Dieser erfährt dann vielfach fernere Umänderungen, deren schon früher (§ 85) gedacht wurde (7—12).

Im Uebrigen herrscht auch in dem Verhalten der Hülle gegen Wasser keine Gleichartigkeit. Sieht man nämlich ab von der bald grösseren, bald geringeren Aufblähung des Körperchens durch Wasser, so finden sich Zellen, die letzterem längeren Widerstand leisten, während andere durch dasselbe ihre Hüllen schneller einbüssen. Es giebt endlich (§ 85) Lymphkörperchen, welche diesen Gegensatz einer Schale und eines Kernes gar nicht darbieten. Man nahm sie früher für Kerne und liess sie bei der Bildung der Lymphzellen eine wichtige Rolle spielen.

Die eben geschilderten Verhältnisse gelten in gleicher Weise für die zelligen Formelemente der Lymphe, wie des Chylus. Anders ist es dagegen vielfach mit den übrigen körperlichen Theilen unserer Flüssigkeiten.

Der Chylus eines Säugethiers bietet als Ausdruck seiner weissen Farbe bei mikroskopischer Untersuchung ein trübes Ansehen dar, wel-

ches von einer Unzahl darin suspendirter, unendlich feiner staubartiger Partikelchen herrührt und nicht von feinen Fetttröpfchen, womit man früher irrthümlich den Milchsaft reichlich beschenkt hatte. Jene zeigen (was überhaupt bei sehr fein vertheilten, in Flüssigkeiten suspendirten Substanzen vorkommt) ein eigenthümliches, tanzendes oder zitterndes Umhertreiben, die sogenannte Brown'sche Molekularbewegung. Es sind die staubartigen Moleküle um so zahlreicher, je undurchsichtiger, weisser und milchartiger der Chylus erscheint. In den grösseren Stämmen seiner Bahn nimmt die Menge dieser feinsten Körperchen ab und in der klaren Lymphe fastender Thiere fehlen sie ganz. Durch den *ductus thoracicus* strömen unsere Partikelchen aus dem Lymphbezirke in die Blutbahn über und vermögen so transitorische Plasmabestandtheile zu bilden. Von einer nur annähernd genauen Grössenbestimmung kann bei ihrem winzigen Ausmaasse nicht die Rede sein.

Es bestehen diese staubartigen Moleküle, wie *H. Müller* lehrte, aus Neutralfett, welches aber von einer unendlich zarten Schicht eines geronnenen Proteinkörpers (Albumin) umgeben wird. Sie fliessen dem entsprechend im Chylus nicht zusammen, wie es freies Fett thun würde; ebenso nicht bei Wasserzusatz. Trocknet man aber Chylus ein, so erfolgt bei nachheriger Wasseranwendung ein Zusammentreten der Fetttheilchen, ebenso wenn dem Chylus Essigsäure zugesetzt wird. Aether löst sie, indem die dünne Eiweisshülle kein Hinderniss zu bilden scheint. Wie sich später ergeben wird, stellen diese Fetttheilchen das aus dem Darmkanal resorbirte Fett der Nahrungsmittel dar.

Daneben zeigt der Chylus grössere, matter begrenzte Elementarkörnchen von 0,0001—0,0005''', welche theils vereinzelt, theils in Gruppen zusammenliegen.

Endlich bieten Chylus und Lymphe noch Blutkörperchen dar. Ein Theil kommt offenbar aus durchschnittenen Blutgefässen, so dass ihre Zumischung bei einer sorgsamen Präparation vielfach vermieden wird. Manche mögen durch Anastomosen aus der Blut- in die Lymphbahn übergeströmt sein. Andererseits finden sich farbige Blutzellen fast immer im *ductus thoracicus* mancher Thiere, wie des Hundes. Ebenso ist, wenigstens zeitweise, die an Lymphzellen reiche Milzlymphe mit einem starken Kontingente farbiger Blutzellen versehen. Es scheint wenig Zweifel zu unterliegen, dass sonach einzelne der Lymphkörperchen schon vor ihrem Eintritt in die Blutbahn die Umwandlung zur farbigen Blutzelle erfahren können. Im Milchbrustgang des Kaninchens glaube ich Uebergangsformen zwischen beiderlei Zellen mit aller Sicherheit beobachtet zu haben, wie sie ähnlich im Milzvenenblute (§ 89) vorkommen.

Anmerkung. 1) Man vergl. die Artikel: »Chylus« und »Lymphe« von *Nasse* im Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2. S. 363 und Bd. 3. S. 221; ferner *H. Müller* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 3. S. 204, sowie *Koelliker* ebendaselbst Bd. 4. S. 142.

§ 103.

Eine Frage, welche in die Histologie des heutigen Tages tief eingreift, ist die nach dem Ursprunge der Lymph- und Chyluszellen.

Da eine spontane Entstehung in beiden Flüssigkeiten nicht wohl mehr angenommen werden kann und da die Zellen in den Anfängen des Kanalwerks entweder gänzlich fehlen oder höchstens nur spärlich vorkommen, während sie nach der Passage der Lymphknoten plötzlich häufig angetroffen werden, liegt die Möglichkeit eines Ursprunges aus diesen sogenannten Drüsen nahe genug. Eine Unterstützung erhält diese Ansicht noch durch den Nachweis, dass der Inhalt letzterer der gleiche, wie der der Lymphgefässe ist. Ebenso kommen in der Verdauungsschleimhaut kleine Lymphknoten als sogenannte solitäre und *Peyer*'sche Drüsen vor. Dadurch wird es begreiflich, dass die die Darmwand verlassenden feinen Chylusstämmchen schon einzelne unserer Zellen führen können.

Die Zellen von Lymphe und Chylus sind hiernach in dem mit histogenetischen Stoffen geschwängerten flüssigen Blasteme von Chylus und Lymphe nicht spontan entstanden; sie sind vielmehr durch den Strom beider Flüssigkeiten nur aus den Hohlräumen der Lymphknoten, ihren Bildungsheerden, ausgewaschen und herausgeflösst worden (etwa ebenso wie gleiche Zellen aus dem Höhlensystem der Milz durch den Blutstrom). — Doch entbehrt diese zur Zeit weit verbreitete Annahme noch immer einer hinreichenden thatsächlichen Begründung[1]).

Bei der beständigen Abspühlung der Lymphzellen aus dem Innern der Lymphknoten wird die Frage entstehen müssen, auf welchem Wege eine Neubildung oder Vermehrung der ersteren erfolge. Dass die durch Reagentien spaltbaren Kerne unserer Gebilde nicht mit einem Theilungsprozesse in Verbindung gebracht werden können, ist schon früher (§ 65) bemerkt. Dagegen dürften aber wahre Theilungen hier wie anderwärts das Mittel zur Vermehrung sein. Solche in Theilung begriffene, aber bereits in den Lymphstrom eingetriebene Zellen, von länglicher Gestalt, über die Mitte eingeschnürt und mit doppeltem Kerne versehen, wurden von *Koelliker* und *Fahrner*[2]) beschrieben.

Anmerkung: 1) Diese Anschauung wurde zuerst von *Donders* (Physiologie, Leipzig 1856, Bd. 1. S. 317) und *Brücke* (Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 9 und 10) ausgesprochen. Man vergl. noch *Heyfelder*, über den Bau der Lymphdrüsen, Breslau 1851, Diss., sowie *Koelliker* (Würzburger Verhandlungen Bd. 4. S. 107) und *Virchow* (Gesammelte Abhandlungen S. 216). — *Koelliker* (in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift, Bd. 7. S. 182) untersuchte mit *Müller* die Chylusgefässe eines während der Verdauung getödteten Hundes. Diejenigen, welche von Stellen des Darmes kamen, wo *Peyer*'sche Drüsen lagen, waren mit zahlreichen Zellen gefüllt; etwas spärlicher andere Chylusgefässe, welche von Theilen des Darmkanals entsprangen, wo die eben genannten Drüsen fehlten. Gleichfalls zellenführend fiel die vom Dickdarm abfliessende Lymphe aus. Die aus der Leber entspringenden Gefässe enthielten keine Zellen. Aber die Lymphgefässe des Samenstranges vom Stier besassen ebenfalls eine gewisse, wenn auch nur geringe Anzahl zelliger Elemente, die

mithin nicht von Lymphknoten herrühren konnten. Hierzu kommt noch das Faktum, dass bei niederen Wirbelthieren, wo Lymphdrüsen überhaupt fehlen, die Lymphe ebenfalls, wenngleich nur spärlich, zellenführend ist. Allerdings könnte hier an die Ablösung und Umwandlung von Epithelialzellen gedacht werden. Jedenfalls ergiebt sich aus der gegenwärtigen Sachlage, dass es zur Stunde noch möglich ist, die freie Genese der Lymph- und Chyluskörperchen zu vertheidigen, wie es z. B. von *Funke* (Physiologie, 2. Aufl. Bd. 1. S. 332) geschieht. — 2) *Koelliker* bei *Henle* und *Pfeufer* a. a. O. S. 142; *Fahrner l. c.* Fig. 14.

§ 104.

Ueber die Mengenverhältnisse beider Flüssigkeiten besitzt die Wissenschaft zur Zeit keine sicheren Thatsachen, so wichtig eine, wenn auch nur annähernd richtige, Quantitätsbestimmung immerhin wäre[1]). Nur so viel kann gegenwärtig vermuthet werden, dass die Menge beider Flüssigkeiten eine recht beträchtliche sein möge, so dass auch durch das Lymphgefässsystem, ähnlich wie durch die Verdauungssäfte (§ 58), ein starker intermediärer Wasserkreislauf existirt.

Gehen wir nun über zur chemischen Konstitution beider Flüssigkeiten, so liegen hier nur höchst ungenügende Analysen gegenwärtig vor, wie es denn bisher noch nicht einmal möglich geworden ist, Chylus und Lymphe in einer den histologischen Anforderungen nur leidlich genügenden Weise zu untersuchen. Noch kann man nicht die Beschaffenheit der feuchten Lymphzelle auch nur annähernd ermitteln; ja es gelingt nicht, die trocknen Körperchen von dem sie umhüllenden Faserstoffgerinnsel zu trennen. Bei der Schwierigkeit, Lymphe und Chylus rein zu erhalten, bei der wechselnden Natur beider Flüssigkeiten zeigen die vorhandenen rohen Analysen enorme Differenzen.

Was die Zellen betrifft, so bestehen sie aus verschiedenen Modifikationen eiweissartiger Stoffe, indem die Hüllenmembran andere Reaktionen darbietet als der Kern und zwischen ihnen in löslicher Form ein Proteinkörper die Zellenhöhle erfüllt, zu welchem Moleküle eines geronnenen Eiweissstoffes und der Fette hinzukommen. Jene löst sich in verdünnten Säuren, der Kern nicht. Dass unsere Zellen für endosmotische Strömungen sehr empfindlich sind, ergab sich im Uebrigen schon aus § 102. Weiter in diese Materie hier einzutreten, scheint der Natur der Sache nach überflüssig.

Die Lymphe stellt eine mehr oder weniger klare, alkalisch reagirende, wasserreiche Flüssigkeit dar, deren spezifisches Gewicht noch nicht gekannt ist. In ihr finden sich nun zunächst wiederum jene zwei Proteinstoffe, welche gleichfalls im Blutplasma vorkommen, nämlich Fibrin und Albumin. Ersteres verursacht auch hier die Gerinnung der entleerten Flüssigkeit. Doch scheint der Faserstoff der Lymphe Abweichungen gegenüber dem Blutfibrin in seinem Festwerden darzubieten, welche *Virchow* mit zur Aufstellung von einer Vorstufe des Faserstoffs, einer »fibrogenen« Substanz, veranlasst haben mögen. Lymphfaserstoff soll

in der Leiche nicht zu gerinnen pflegen, sondern erst bei der Entleerung, nach einer oft längeren Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffs. Nach den vorhandenen Angaben scheinen gewöhnlich 10—20 Minuten erforderlich zu sein; aber es kann auch eine Stunde darüber vergehen (*Nasse*). Der Lymphkuchen hält, wie es auch beim Blute vorkam, die Form des auffangenden Gefässes ein, ist aber natürlich bei der geringeren von ihm umschlossenen Zellenmenge viel kleiner. Auffallend ist eine vielfach gemachte Beobachtung, dass der Kuchen sich nachträglich an der Luft röthen kann (was ich aus eigner Erfahrung zu bestätigen im Stande bin), eine Farbenveränderung, welche mit der Erzeugung des Hämatins durch den atmosphärischen Sauerstoff zusammenhängen dürfte[2].

Die Menge des Fibrins scheint im Uebrigen ziemlich wechselnd auszufallen.

Das Eiweiss der Lymphe ist gleich demjenigen des Blutplasmas mit Natron verbunden als Natronalbuminat. Kasein fehlt wie im Blute.

Die im Einzelnen noch nicht näher gekannten Fettsubstanzen erscheinen theils als Neutralfette, theils verseift mit Natron. Ihre Menge, wie auch die des Albumins, scheint ziemlich zu wechseln. Die Extraktivstoffe der Lymphe, im Allgemeinen in nicht geringer Menge in ihr enthalten, sind nicht näher erforscht, wie denn auch bisher keines der besser gekannten Zersetzungsprodukte des Thierleibes aus ihnen herausgefunden werden konnte.

Unter den Mineralbestandtheilen ist Chlornatrium reichlich vertreten; ebenso kommen kohlensaure Alkalien in der Lymphe vor, daneben die gewöhnlichen phosphorsauren und schwefelsauren Salzverbindungen des Organismus. Endlich traf man Eisen an.

Der Wasserreichthum unserer Flüssigkeit dürfte ebenfalls ansehnlichen Variationen unterliegen, stets aber grösser als der des Blutplasmas bleiben.

Im Ganzen ergiebt sich, dass die Lymphe eine dem Blutplasma verwandte Zusammensetzung zeigt. Auch die Proportionen der Salze beider Flüssigkeiten scheinen ganz ähnliche zu sein (*Nasse*). Im Allgemeinen kann die Lymphe gegenüber dem Blutplasma bezeichnet werden als reicher an Wasser und Extractivstoffen, aber ärmer an Albumin, Fetten und Salzen.

Als Beispiel quantitativer Zusammensetzung führen wir zwei Analysen an.

	I. Lymphe aus den Extremitäten eines jungen Esels nach *Rees*[3]).	II. Inhalt des *ductus thoracicus* eines nüchternen Menschen nach *L'Héritier*[4]).
Wasser . .	965,36	924.4
Faserstoff. .	1,20	3,2
Eiweiss . .	12,00	60,0
Wasserextrakt	13,19	—

	I. Lymphe aus den Extremitäten eines jungen Esels nach *Rees*.	II. Inhalt des *ductus thoracicus* eines nüchternen Menschen nach *L'Héritier*.
Alkoholextrakt	2,40	—
Fette . . .	Spuren	5,1
Salze . . .	5,85	8,3

Was zweitens die chemische Konstitution des **Chylus** anbetrifft, so erscheint derselbe schwach alkalisch, aber durch den grösseren Fettreichthum trüber, milchiger als die vorige Flüssigkeit und überhaupt reicher an festen Bestandtheilen, so dass sein spezifisches Gewicht zwischen 1012 und 1022 angenommen wird. Mit der Lymphe theilt er die Eigenschaft, einige Zeit nach der Entleerung zu gerinnen. Es sind dazu nach *Nasse* 9—12 Minuten im Mittel erforderlich. Sein Koagulum vermag sich ebenfalls in Berührung mit der Luft nachträglich zu röthen. Der Faserstoff, welcher natürlich auch hier Ursache jener Erscheinung ist, pflegt sich aber vielfach weniger zu kontrahiren und mehr gallertartig weich zu bleiben, sowie eine grössere Löslichkeit zu besitzen.

Das Eiweiss, wie sich am Ende schon aus der Natur des Milchsaftes ergibt, der wichtigere Bestandtheil, erscheint in ansehnlicher, aber nach der Art der Nahrung wiederum beträchtlich wechselnder Menge. Dass das Albumin theilweise Hüllen um die früher erwähnten staubartigen Fettmoleküle unserer Flüssigkeit bilde, wurde in einem früheren § erwähnt. Daneben ist ein anderer Theil gelöst im Wasser vorhanden.

Ebenso ist, wenn auch nothgedrungen wiederum bedeutend schwankend, der Fettgehalt des Chylus ein weit beträchtlicherer als derjenige der Lymphe war. Anfänglich, in den feinsten Gefässen scheint alles Fett als Neutralverbindung in dem Zustande feinster Vertheilung suspendirt zu sein. Später tritt verseiftes Fett auf, wie schon die mikroskopische Beobachtung lehren kann, wo in klarer Flüssigkeit durch den Zusatz einer Säure Fetttröpfchen entstehen (*H. Müller*).

Zucker, dessen Gegenwart mehrfach behauptet wurde, hat *Lehmann* bei längere Zeit mit amylonreicher Nahrung gefütterten Pferden nachgewiesen. Milchsäure kann nach diesem Forscher ebenfalls vorkommen.

Endlich enthält der Chylus eine nicht unbedeutende Menge von Extraktivstoffen und die gewöhnlichen Mineralverbindungen; so alkalische Salze, namentlich Chlornatrium in beträchtlicher Menge, ferner eine geringere Quantität von erdigen Salzen. Ebenso hat man Eisen in ihm angetroffen. Als Beispiel dienen wiederum zwei Analysen[5]).

	I. Chylus eines vor 7 Stunden mit Bohnen und Erbsen gefütterten jungen Esels (vor dem *ductus thoracicus* aufgefangen) nach *Rees*.	II. Chylus der Katze nach *Nasse*.
Wasser . .	902,37	905,7
Faserstoff .	3,70	1,3

I. Chylus eines vor 7 Stunden mit Bohnen und Erbsen gefütterten jungen Esels (vor dem *ductus thoracicus* aufgefangen) nach *Rees*.		II. Chylus der Katze nach *Nasse*.
Eiweiss . .	35,16	48,9 (mit trocknen Zellen)
Wasserextrakt	12,33	
Alkoholextrakt	3,32	
Fette . .	36,01	32,7
Salze . .	7,11	11,4

Ueber das erste Auftreten der Lymphzellen beim Embryo weiss man noch nicht viel. Nur aus dem Umstande, dass Lymphkörperchen schon frühe im fötalen Blut zu bemerken sind, kann man ein baldiges Vorkommen der betreffenden Zellen in der Lymphe vermuthen. Nach *Remak* gehen die ersten Lymphzellen aus den Achsenzellen ihrer Gefässanlagen ebenso hervor, wie es beim Blute (§ 100) der Fall ist.

Anmerkung: 1) Man hat sich manchfach bemüht, aus der Menge von Flüssigkeit, welche durch den angeschnittenen *ductus thoracicus* eines Thieres ausströmt, die Quantität der Lymphe für einen 24stündigen Zeitraum zu finden, indem man hierbei nicht selten von der unrichtigen theoretischen Anschauung ausging, im nüchternen Zustande Lymphe und bei der Verdauung Chylus vor sich zu haben. Ein derartiges Verfahren bleibt bei der Natur des operativen Eingriffes, bei der kurzen Beobachtungszeit und der gewiss manchem Wechsel unterliegenden Lymphmenge stets ein sehr unsicheres. So erhielt schon vor längeren Jahren *Magendie* (*Précis élémentaire de Physiologie T. 2. p.* 188) bei einem lebenden Hunde mittlerer Grösse aus dem Milchbrustgange in 5 Minuten ½ Unze Flüssigkeit, was für den Tag 12 Pfund, etwa ein Viertheil des ganzen Körpergewichtes, betragen würde. *Bidder* (*Müller's* Archiv 1845. S. 46) liess aus dem *ductus thoracicus* eben in der Verdauung erwürgter Hunde und Katzen den flüssigen Inhalt einige Minuten lang ausströmen und berechnete hiernach die tägliche Menge. Sieht man ab von Fehlerquellen, welche die Art des Verfahrens herbeiführen kann, so muss es unwahrscheinlich sein, dass der Strom des Chylus während der Verdauung nicht viel stärker ausfallen dürfte, als in der nüchternen Periode. *Bidder* ist deshalb wohl auf eine viel zu hohe Zahl gekommen, wenn er annimmt, dass die Quantität des Chylus in 24 Stunden zum Körpergewichte wie 1 : 5,84 und 6,66 sich verhalte. Weitere Versuche in dieser Richtung stellte später *Krause* an (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift. N. Folge. Bd. 7. S. 148). Auch er erhielt eine sehr grosse Lymphmenge. Nach einem andern Gedanken suchte *Vierordt* die Chylusmenge zu ermitteln. Ausgehend von dem nicht bewiesenen und höchst wahrscheinlich irrigen Vordersatz, dass alle verdauten Proteinstoffe der Nahrung den Weg durch den Chylus zum Blute nehmen, bemühte er sich, hieraus die Menge der Flüssigkeit zu berechnen (Archiv für physiologische Heilkunde, Bd. 7. S. 281). Ebenso wenig ist ein Gedanke *Lehmann's* ausführbar, aus der aufgenommenen Fettmenge die Chylusquantität durch Rechnung zu gewinnen (Physiologische Chemie, 2. Aufl. Bd. 2. S. 254). — 2) Vergl. § 92. Anmerk. 2. — 3) *Rees, London, Edinburgh and Dublin philosoph. magaz. Feb.* 1841. — 4) Die Flüssigkeit stammte aus der Leiche eines an Gehirnerweichung verstorbenen Mannes, der 30 Stunden vor dem Tode nichts mehr zu sich genommen hatte (s. bei *Nasse*, S. 395). — 5) *Rees* a. a. O., *Nasse's* Artikel: »Chylus«, S. 235.

B. Gewebe einfacher Zellen mit sparsamer fester Grundsubstanz.

3. Das Epithelium.

§ 105.

Unter Epithelium oder Oberhaut versteht man ein Gewebe kernhaltiger (theilweise anch kernloser) Zellen, welches in Schichten von wechselnder Dicke die Oberflächen des Körpers überkleidet. Indessen nicht allein die Aussenseite des Leibes, die Haut mit ihren manchfachen Einsackungen, trägt diese Zellenlagen. Auch die mit letzterer communizirenden Schleimhäute, wie beispielsweise die der Nase, Lungen, des Darmkanals, zeigen uns das Gewebe. Ja vollkommen von der Aussenwelt abgeschlossene Hohlräume, wie die serösen Säcke, die Gehirnhöhlen, die Hohlräume und Begrenzungsflächen im Auge und Gehörorgane, die Synovialkapseln und Synovialhäute überhaupt, und endlich die Innenfläche des Herzens, der Blut- und Lymphgefässe bis zu bedeutender Feinheit herab besitzen den charakteristischen Ueberzug. Indem das Epithelium in die Gänge der Drüsen in verschiedenem Grade eindringt, geht unser Gewebe in das der Drüsenzellen vielfach über.

Als Elemente des Epitheliums[1]) erscheinen Zellen mit einem deutlichen Kerne (welcher nur im Alter bei manchen Formen des Gewebes fehlen kann), mit einem von dünner Membran umschlossenen hellen Inhalte. Die Grösse der Zellen erfährt sehr beträchtliche Schwankungen, etwa von 0,00333—0,025'''; geringere der Nucleus, dessen Ausmaass von 0,002—0,004''' im Mittel angenommen werden darf und dessen Ansehen ein bläschenförmiges, homogenes oder auch granulirtes sein kann.

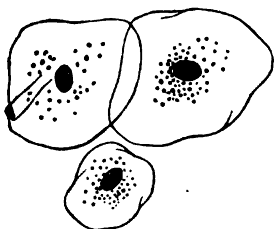
Es wurde eben bemerkt, dass das Epithelium in Schichten von verschiedener Dicke die Flächen des Körpers überzieht. Die Mächtigkeit unseres Zellengewebes schwankt in der That nach den einzelnen Lokalitäten des Organismus ganz ausserordentlich. Während auf der äusseren Haut des Menschen in zahlreicher Schichtung die Zellenlagen des Epitheliums eine Mächtigkeit von einer Linie und mehr zu erlangen im Stande sind, so dass sie schon einer älteren Generation von Anatomen auch

ohne mikroskopische Analyse nicht entgehen konnten, sinkt das Epithelium an vielen andern Stellen zu dünnen, von wenigen Lagen gebildeten Zellenbekleidungen herab, welche dem unbewaffneten Auge verborgen bleiben mussten. Endlich — und es ist über grosse weite Flächen des Organismus der Fall — vermag unser Gewebe nur aus einer einzigen, oft ausserordentlich dünnen Zellenschicht zu bestehen.

Man begreift nach dem eben Erwähnten, dass die älteren Anatomen über die Ausdehnung des Epithelialgewebes nur sehr unvollkommene Vorstellungen besassen. Hatten sie auch auf einzelnen Schleimhäuten verdickte Epithelialschichten bei Wirbelthieren gefunden, so konnte nur vermuthungsweise selbst der Mucosa überall ein derartiger dünnerer Ueberzug vindizirt werden.

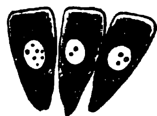
Ebenso mussten in der vormikroskopischen Zeit die Vorstellungen über das gefäss- und nervenlose Epithelialgewebe vielfach irrig ausfallen, indem man in ihm nur eine unorganisirte Masse, einen erhärteten schleimigen Ueberzug erblicken wollte.

Fig. 103.



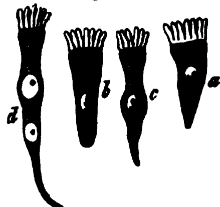
Plattenepithelium der Mundschleimhaut des Menschen.

Fig. 104.



Cylinderepithelium des Dickdarms vom Kaninchen.

Fig. 105.



Verschiedene Formen der Flimmerzellen des Säugethiers.

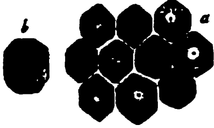
Gegenwärtig sind wir über Natur und Vorkommen der Oberhaut genau orientirt, wobei nur zu wünschen wäre, dass das physiologische Verständniss des Gewebes mit der anatomischen Kenntniss sich gleichmässiger entwickelt hätte.

Wichtig aber vor allen Dingen sind die Formverschiedenheiten, welche die Zellen des so verbreiteten Epithelialgewebes darbieten und die zur Aufstellung mehrerer Arten desselben geführt haben.

Verhältnissmässig selten — und im Körper des Menschen nur an ganz beschränkten Lokalitäten — erscheint das Epithelium in der ursprünglichen Grundform der Zelle, in kugliger Gestalt. Sonst bemerkt man jene beiden Umwandlungen des kugligen Zellenkörpers, deren wir schon früher im allgemeinen Theile (S. 106) gedacht haben, die Abflachung und die seitliche Kompression, so dass unser Gewebe, wenn auch unter vielfachen Modifikationen im Einzelnen entweder als plattenförmige oder als schmale cylindrische Zelle auftritt.

Wir haben deshalb 1) neben dem wenig in Betracht kommenden kugligen Epithelium 2) das Platten- oder Pflasterepithelium (Fig. 103), und 3) das cylindrische zu unterscheiden (Fig. 104).

Fig. 106.



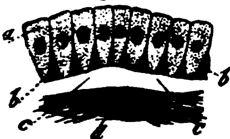
Pigmentirte Plattenepithelien (sogenannte polyedrische Pigmentzellen) des Schafs.

Fig 107.



Die äussere Haut des Negers in senkrechtem Schnitt. Ueber den kegelförmigen Papillen des Hautgewebes (a) das massenhaft geschichtete Epithelium mit seinen unteren, jüngeren Zellen *b*, *c*, sowie den älteren bei *d*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Fig. 108.



Einfacher Ueberzug des Cylinderepitheliums auf einer Schleimhaut; *d* faseriges Schleimhautgewebe, *a* die Zellen. (Schema.)

Weitere Modifikationen unseres Gewebes entstehen dadurch, dass die freie Oberfläche der Zellen die schon früher erwähnten kleinen Wimperhaare tragen kann. Es bildet sich hierdurch eine besondere vierte Form, das Flimmerepithelium (Fig. 105) hervor. Bei dem Menschen und den höheren Thieren ist es fast nur die cylindrische Zelle, auf welcher derartige Anhangsgebilde vorkommen.

Endlich trifft man an gewissen Lokalitäten des Körpers einen eigenthümlichen Inhalt unserer Gebilde, nämlich Körnchen des schwarzen Pigments oder Melanins, welche die Höhlung der Zelle erfüllen. Bei Mensch und Säugethier zeigen nur mehr plattenartige Oberhautzellen eine derartig abweichende Inhaltsmasse. Sie stellen Dasjenige dar, was die Histologen früher als polyedrische Pigmentzellen beschrieben haben (Fig. 106). Es sind in unserer Auffassung die pigmentirten Epithelien.

Noch eine weitere Verschiedenheit bringt die schon im vorigen § erwähnte höchst ungleiche Mächtigkeit des Gewebes hervor. Neben Epithelien, wo viele Schichten übereinander gebettet einen dicken Ueberzug herstellen (Fig. 107), finden sich andere, bei welchen nur eine einzige Zellenlage getroffen wird (Fig. 108), und zwischen dem stark geschichteten Epithelium und dem ungeschichteten liegen manchfache Zwischenstufen, wo nur einige Lagen unserer Zellen übereinander gebettet bemerkt werden. Es dürfte gleich hier festzuhalten sein, dass nur Plattenepithelien eine irgendwie erheblichere Schichtung anzunehmen befähigt sind, keineswegs aber überall auch diese Anordnung erlangen müssen.

Anmerkung. 1) Neben dem grossen *Koelliker*'schen Werke vergl. man besonders *Henle* a. a. O. S. 220.

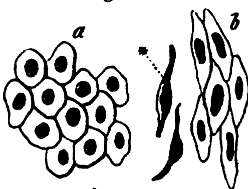
§ 106.

Das Pflaster- oder Plattenepithelium bildet die verbreitetste Form unseres Gewebes. Abgesehen von beschränkteren Vorkommnissen begegnet man ihm auf der äusseren Haut, vielen Schleimhäuten, den serösen (ächten wie unächten) Säcken, sowie der Innenfläche des Gefässsystems. Seine Mächtigkeit ist die verschiedenartigste, so dass es einen Theils in starker Schichtung das massenhafteste aller Epithelien darstellt, andererseits in einfacher Lage zum zartesten Zellenüberzuge sich gestaltet.

Einfaches Plattenepithelium[1]) findet sich auf der Innenfläche der Herzhöhlen, der Blut- und Lymphgefässe bis herab zu Stämmen von bedeutender mikroskopischer Kleinheit. Weiter erscheint es auf den ächten serösen Säcken, manchen Synovialhäuten (Schleimbeuteln und Schleimscheiden); ferner im innern Auge (an der hinteren Fläche der Cornea, der vorderen der Iris[2]), an der Innenseite der vorderen Linsenkapselhälfte[3])), sowie dem Gehörorgane (Beinhautüberzug des inneren Ohres, Innenfläche der häutigen halbkreisförmigen Kanäle und der Vorhofssäckchen[4])). Wie weit für die Drüsengänge eine derartige Bekleidung anzunehmen, mag vorläufig dahin gestellt bleiben. Doch erscheint auf den Ausführungskanälen der Schweiss- und Ohrenschmalzdrüsen ein bald einfaches, bald schwach geschichtetes Pflasterepithelium. Ebenfalls tragen die Luftzellen der Lungen die gleiche Zellenformation[5]). Endlich besitzt der grössere Theil der Hirnhöhlen beim Erwachsenen (statt der Flimmerzellen der frühen Lebenszeit) eine Art Plattenepithelium.

Als Formelemente (Fig. 109) treffen wir in gedrängter Stellung und ohne nachweisbare Zwischensubstanz platte blasse Zellen, oft ohne allen körnigen Inhalt, bisweilen mit sehr zarten, staubartigen Molekülen. Ihre Umrisse können bei der grossen Zartheit der Zellenmembranen scheinbar zusammenfliessen, aber auch in Wirklichkeit zu einer mehr membranösen kernführenden Schicht in verschiedenem Grade verschmelzen (§ 80).

Fig. 109.



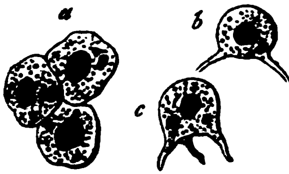
Einfache Pflasterepithelien; *a* einer serösen Membran, *b* der Gefässe mit der Seitenansicht*.

Die Zellen besitzen einen schönen, bald etwas granulirten, bald aber auch ganz glattrandigen Kern, in dessen Innern ein oder mehrere Nucleoli vorzukommen pflegen. Die Form ist eine doppelte; einmal eine mehr breite, polyedrisch abgegrenzte (*a*), mit einem Ausmaasse von 0,01—0,004‴ und rundlichem Kerne von 0,00333—0,0025‴, dann diejenige eines flachen lanzettförmigen Schüppchens mit einer Länge von 0,01—0,02‴ und einem gleichfalls verschmälerten Kerne (*b*). Eigenthümliche Bilder gewährt die Seitenansicht solcher Zellen (*b**). Sie erscheinen in der Form eines kurzen Fäserchens, welches in der kerntra-

genden Mitte eine erhebliche Verdickung führt. Die letztere Zellenbildung findet sich im Gefässsysteme.

Die Höhe unserer Zellen und damit die Mächtigkeit des ganzen Ueberzugs muss nach dem eben Erwähnten mancherlei Verschiedenheiten darbieten. Wo die Abplattung weniger eingetreten ist, erhält sich die Dicke der Zelle und der ganzen Bekleidung noch auf 0,0025''' und mehr, während stärker abgeflachte Zellenlagen zu einer Mächtigkeit von nur 0,0016 —0,00140''' herabsinken können.

Fig. 110.



Epithelialzellen der *Plexus chorioidei* vom Menschen; *a* die Zellen von oben, *b*, *c* Seitenansichten derselben.

Als eigenthümliche Bildungen verdienen noch die hohen Zellen, welche im Höhlensysteme des Gehirns vorkommen, eine Erwähnung; ebenso die der *Plexus chorioidei*. Letztere (Fig. 110) sind ebenfalls dicker, rundlich, nach unten in einen oder mehrere stachlige Fortsätze ausgehend und neben dem Nucleus ein oder mehrere Körner einer dunkelrandigen Substanz enthaltend, welche man gegenwärtig für Fett zu nehmen geneigt ist.

Die einfachen Plattenepithelien stellen zarte, in der Leiche schneller Zersetzung anheimfallende Gebilde dar. Während des Lebens dürften sie dagegen länger ausdauernde und nur wenig rasch sich regenerirende Zellenlagen bilden (wovon vielleicht die Epithelien der Lungenzellen eine Ausnahme machen). Kommt es zu ihrem Untergange, so scheint derselbe vielfach unter einer Fetteinlagerung zu erfolgen.

Anmerkung: 1) S. *Henle*'s allg. Anat. S. 226 etc. *Luschka*, die Struktur der serösen Häute, Tübingen 1851. — 2) *Luschka* a. a. O. S. 40. — 3) Man vindizirte früher fälschlich der vorderen Linsenkapselhälfte das Epithelium an der Aussenfläche (*Valentin*, Artikel: »Gewebe« im Handw. d. Phys. Bd. 1. S. 751); ein Irrthum, welchen *Brücke* (Anatomische Beschreibung des Augapfels. Berlin 1847. S. 30) wiederholte, während *Henle* (seine und *Pfeufer*'s Zeitschrift. N. Folge. Bd. 2. S. 299) und *Koelliker* das wahre Verhältniss erkannten. — 4) Vergl. *Corti* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift. Bd. 3. S. 109. — 5) Ueber die Form des Epitheliums, welches die Lungenbläschen überkleidet, haben die Ansichten im Laufe der Zeit eine Umgestaltung erfahren. Früher nahm man ziemlich allgemein an, dass der Ueberzug flimmernder Zellen, welcher Kehlkopf, Trachea und Bronchien bedeckt, auch auf die Luftbläschen des Athemorganes sich erstrecke (*Valentin*, Artikel: »Flimmerbewegung« im Handw. d. Phys. Bd. 1. S. 448). Jedoch schon in der Mitte der 40er Jahre wurde diese Behauptung durch *Wagner* (Physiologie. 3. Aufl. S. 462) vermuthungsweise und durch *Remak* (Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen, Berlin 1845. S. 87), *Rossignol* (*Recherches sur la structure intime du poumon de l'homme et des principaux mammifères. Bruxelles* 1846), sowie Andere mit Bestimmtheit in Abrede gestellt und das Plattenepithelium der Lungenzellen nachgewiesen. Gegenwärtig kann kein Zweifel mehr über die leicht zu konstatirende Thatsache herrschen.

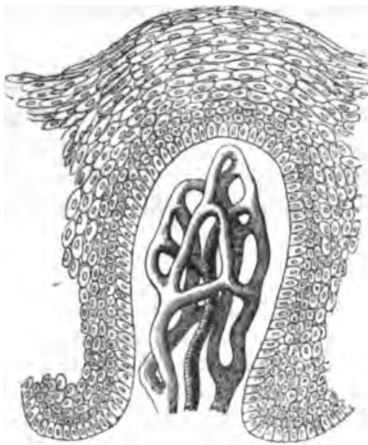
§ 107.

Die im vorigen § besprochenen einfachen Plattenepithelien gehen nun durch Zwischenformen ohne scharfe Grenze in die stärker oder stark geschichteten über.

So bemerkt man an der Innenfläche des Trommelfells (*Gerlach*[1]) sowie an der innern Oberfläche der Dura mater und an der Aussenseite der Pia mater das Epithelium allerdings noch in dünner Lage, aber aus mehreren Schichten gebildet, von welchen die oberflächlichen schon grössere und flachere Zellen erkennen lassen können (*Henle*[2]).

Einer stärkeren Schichtung (bis zu 0,01''') kann man auf der Oberfläche der Synovialkapseln der Gelenke ansichtig werden, indem hier einige Lagen von Zellen übereinander liegen, deren kleinere 0,004—0,005''' messen und noch eine rundlichere höhere Gestalt besitzen, während die oberen viel mehr abgeflacht sind und eine Breite von 0,008''' erlangen können[3].

Fig. 111.

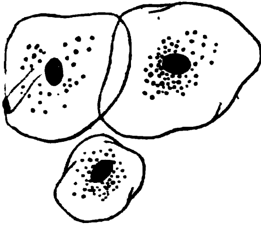


Eine Papille von dem Zahnfleische eines Kindes mit dem Gefässnetz und den Epithelialschichten. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Bei weitem stärkere und oft ungemein ansehnliche Uebereinanderbettungen zeigt das Plattenepithelium auf vielen Schleimhäuten des Körpers; so der Conjunctiva des Augapfels, dem Naseneingang, der Mund- und Rachenhöhle, sowie der Speiseröhre bis zum Magenanfang, auf den Stimmbändern[4]), der Harnblase und den Harnleitern bis in das Nierenbecken, der weiblichen Urethra und endlich der Mucosa der weiblichen Genitalien bis zum Uterus herauf. Fig. 111 kann uns von einer solchen ansehnlichen Schichtung eine Vorstellung gewähren.

Zu einer näheren Untersuchung verdient die Mundhöhle empfohlen zu werden. In den tiefsten, dem faserigen Schleimhautgewebe unmittelbar aufsitzenden Epitheliallagen begegnet man Schichten weicher, kleiner Zellen von rundlicher, bisweilen sogar mehr längsovaler Gestalt, welche einen Durchmesser von nur 0,00333 — 0,005''' besitzen und mehr granulirte Kerne von 0,0025''' und weniger Grösse enthalten. Je weiter man nun von diesen tiefsten Schichten zu den höheren emporsteigt, um so grösser und breiter, aber auch um so flacher wird die Zelle, wobei der Kern mehr kuglig und bläschenartig erscheint. In den letzten Schichten endlich sind die Epithelialzellen (Fig. 112) ganz dünne, schüppchenartige Gebilde von ansehnlicher Grösse,

Fig. 112.



Epithelialzellen der obersten Schichten aus der Mundhöhle des Menschen.

0,0188—0,0333''', geworden und die Kerne erscheinen mehr oval und homogen, 0,004—0,005''' betragend. Die Zellenhöhle enthält hier endlich sparsame Körnchen, meistens in der Umgebung des Nucleus bemerklich.

Aber auch in ihrer physikalischen Beschaffenheit hat sich die Zelle hierbei geändert. Statt der Weichheit früherer Tage zeigt sie uns jetzt eine mehr harte, spröde Beschaffenheit; sie ist verhornt, wie man zu sagen pflegt.

Abgesehen von Verschiedenheiten der Dicke, welche die ganze Schichtung darbietet (am Gaumen nach *Henle* 0,092'''; am Zahnfleisch hinter den Zähnen zwischen den Papillen 0,148'''; auf der Harnblase von 0,06—0,25'''), fallen die Epithelialzellen der oben genannten Lokalitäten wenig wechselnd aus. Diejenigen der Bindehaut des Augapfels sind ganz glashell, körnerlos, während die Zellen der Harnwerkzeuge in den mittleren Lagen häufig schwanzartige Fortsätze erkennen lassen, die obersten dagegen entweder flach oder mehr rundlich polyedrisch erscheinen[5]).

Die Persistenz des Epitheliums, welcher wir bei den einfachsten Pflasterzellen geschlossener Hohlräume gedacht haben, findet notorisch bei den stark geschichteten Ueberzügen der Mukosen nicht statt. Hier liegt ein Gewebe mit rascherem Ersatz vor, indem beständig von den oberflächlichsten Zellen ein Theil mechanisch abgerieben wird und darum auch einen regelmässigen Bestandtheil eines derartigen Schleimes bildet, während die früheren Zellen zur Oberfläche vorrücken und in den untersten Schichten ein Zellenbildungsprozess stattfinden muss, um den Verlust der abgestossenen Schüppchen zu decken. Damit fallen denn auch, als Zeugnisse von Zellentheilungen, die mehrkernigen Epithelialzellen zusammen, welche man in den tiefsten Lagen nicht so gar selten beobachten kann.

Anmerkung. 1) *Gerlach*, Mikroskopische Studien. Erlangen 1858. S. 61. — 2) Allg. Anat. u. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. 1te Hälfte, S. 188 u. 90. — 3) *Frerichs*, Artikel: »Synovia« im Handw. d. Phys. Bd. 3. S. 463. In der (frühen) Embryonalzeit scheinen jedoch nach den Erfahrungen von *Reichert* und *Luschka* auch die Gelenkknorpel von einem Ueberzug epitheliumartiger Zellen bekleidet zu sein, worauf wir später zurückkommen. Vergl.: *Luschka*, die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. S. 9. — 4) *Rheiner* in den Würzburger Verhandlungen, Bd. 3. S. 222. — 5) Vergl. *Koelliker* a. a. O. Bd. 2. 2te Hälfte. S. 365.

§ 108.

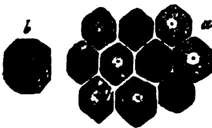
Eine Modifikation der bisher erörterten Plattenepithelien stellen die pigmentirten pflasterartigen Zellen des Augapfels, die sogenannten polyedrischen Pigmentzellen der Uvea[1]) dar. Es sind theils unge-

schichtete, theils schwächer geschichtete Epithelialzellen von nur mässiger Abflachung, welche in jedem Auge mit einer zierlichen Mosaik vorkommen und in der Regel einen besonderen Inhalt von zahlreichen Elementarkörnchen des früher besprochenen schwarzen Farbestoffs oder Melanins (S. 87) zeigen.

Man trifft diese Zellen als kontinuirlichen, aber einfachen Ueberzug auf der Innenfläche der Chorioidea, um ungefähr in der Gegend der *ora serrata* der Netzhaut eine plötzliche Schichtung anzunehmen. In letzterer Weise sind die Ciliarfortsätze von ihnen bedeckt; ebenso beim Menschen die hintere Fläche der Iris bis zum Pupillarrande.

Die Körnchen des schwarzen Pigments zeigen bald eine mehr längliche, bald mehr rundliche Form und pflegen bei demselben Geschöpfe im Allgemeinen um so dunkler zu erscheinen, je kleiner sie sind. Im Uebrigen ist das Kolorit dieser Melaninmoleküle bei verschiedenen Säugethieren keineswegs genau das gleiche. Während es beim Menschen, wo die Körnchen klein sind, schwarzbraun erscheint, wird es bei manchen unserer Säugethiere, wie dem Kalbe und Schweine, kohlschwarz getroffen. Die Grösse der Pigmentmoleküle bleibt stets beträchtlich unter 0,001‴. Entsprechend ihrer Kleinheit zeigen die freigewordenen Körnchen lebhafte Molekularbewegung im Wasser, ein Phänomen, welches aber auch in dem durch eingedrungene Flüssigkeit stark verdünnten Inhalte unversehrter Zellen schon zu bemerken ist.

Fig. 113.



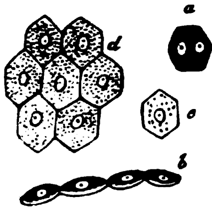
Sogenannte polyedrische Pigmentzellen von der Chorioidea des Schafs; *a* Mosaik der sechseckigen Zellen; bei *b* eine grössere achteckige.

Das pigmentirte Epithelium selbst (Fig. 113) erscheint auf der Chorioidea als eine einfache Lage dicht gedrängt stehender, schöner polyedrischer Zellen von meist sechseckiger Form, die bisweilen in grösster Regelmässigkeit über ganze Gruppen uns entgegentritt (*a*). Doch können auch mehr unbestimmt eckige vorkommen und einzelne ungewöhnlich grosse Zellen zeigen sich häufig achteckig (*b*). Der Durchmesser beträgt für die Mehrzahl 0,00602—0,00900‴, die Dicke der Zelle 0,004‴. Im Allgemeinen nehmen grössere, wenn auch nicht ausnahmelos, die Centraltheile der Chorioidea ein, während die Zellen gegen die *ora serrata* hin kleiner auszufallen pflegen.

Die Menge der Moleküle des Melanins ist in dem wasserhellen, dickflüssigen und zähen Zelleninhalte keineswegs überall die gleiche. Man begegnet Zellen — und sie sind für die Erforschung der Struktur die geeignetsten — wo die Masse der schwarzen Elementarkörnchen nur gering ausfällt, so dass der Kern und die allerdings stets sehr feine und zarte Membran leicht zu erkennen sind. An solchen Exemplaren zeigt sich der Nucleus, 0,0025—0,00333‴ gross, rund oder mehr oval, stets glattrandig, sowie mit einem oder mehreren Kernkörperchen versehen. Viel häufiger ist aber die Menge der Moleküle in der Pigmentzelle eine

weit beträchtlichere, so dass der Kern nur als heller Fleck durchschimmert. Bleiben die Körnchen hierbei noch von der Innenfläche der Zellenhülle etwas entfernter, so erscheinen bei erster Betrachtung derartige Zellengruppen wie durch schmale Zwischenräume einer glashellen Intercellularsubstanz getrennt. Endlich begegnet man Zellen mit einem solchen Reichthume der Pigmentmoleküle, dass von ihnen der Kern ganz verdeckt wird und ebenso durch das Vordringen der Körner bis an die zarte Zellenhülle auch diese nicht mehr erkenntlich ist.

Fig. 114.



Zellen der Chorioidea des Kalbes. *a* Eine Zelle mit 2 Kernen; *b* Seitenansicht mässig mit Pigment erfüllter gewöhnlicher Zellen; *c*, *d* solche, welche nur sehr sparsame Pigmentkörner führen, aus der Nähe der Tapete.

Die Seitenansicht der Pigmentzellen, wie sie uns einmal die geringe Abflachung des Gebildes lehrt, zeigt ausserdem die Eigenthümlichkeit, dass nur in der einen Hälfte die Melaninkörnchen eingebettet sind, während in der anderen die körnerfreie, glashelle Inhaltsmasse erscheint. In letzterer oder an der Grenze des hellen und dunklen Theiles liegt der Nucleus. Es kehrt diese pigmentirte Zellenhälfte nicht, wie man früher annahm, nach aussen, sondern nach innen, gegen die Retina (*H. Müller*).

Schliesslich sei noch bemerkt, dass man Zellen mit zwei Kernen auch hier begegnet, aber nur als seltenen sparsamen Vorkommnissen (Fig. 114. *a*).

An der Grenze der Chorioidea gegen die *Processus ciliares* sind die geschichteten Zellen kleiner und weniger schön polyedrisch, aber viel reicher an Pigment geworden, so dass der Kern erst beim Zersprengen der Hülle sichtbar zu werden pflegt. Ganz ebenso verhalten sich die Ueberzüge der hinteren Irisfläche.

Bei denjenigen Säugethieren, wo die Chorioidea ein Tapetum bildet, erfahren die Epithelialzellen desselben eine interessante Modifikation, indem sie hier die Pigmentmoleküle des Inhalts ein' üssen. An der Grenze finden sich Uebergangsformen mit sehr spärlichen Melaninkörnchen (Fig. 114. *c. d*); doch kommen vereinzelte schwarze Zellen auch auf der Tapete mitten unter den farblosen vor. Bei Albinos, wo das Pigment im Augapfel völlig fehlt, sind die uns beschäftigenden Zellen sämmtlich blass, ein gewöhnliches, sehr zierliches Plattenepithelium darstellend. Jedes weisse Kaninchen kann uns diese interessante Struktur versinnlichen.

Die stärker geschichteten Schleimhautepithelien zeigen beim Menschen keine pigmentirten Zellen. Solche können aber bei Säugethieren auftreten, so z. B. auf der Conjunctiva des Pferdes (*Bruch*).

Als eine abnorme, freilich nicht selten vorkommende Erscheinung verdient hier noch die Einlagerung von Melaninkörnchen in die Epithelialzellen der Lungenbläschen festgehalten zu werden. (S. 143. Fig. 82. *b*.)

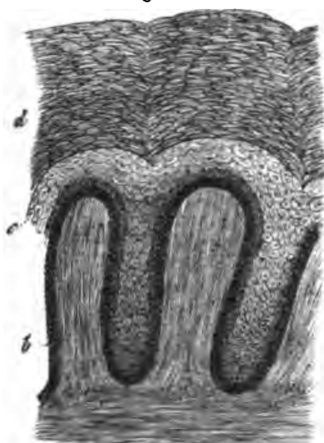
Anmerkung: 1) Man vergl. *Bruch*, Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844; *H. Müller* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 97.

§ 109.

Die stärksten Schichtungen, allerdings mit gewissen Modifikationen der Zellen, zeigt das Plattenepithelium auf der äusseren Haut.

Die Oberfläche der Lederhaut (Fig. 115), welche dem unbewaffneten Auge glatt erscheint, führt eine Menge kleiner Vorsprünge, die sogenannten Tast- und Gefühlswärzchen, *Papillae tactus* (*a. a. a*). Diese mit den zwischen ihnen befindlichen Vertiefungen werden überzogen von sehr zahlreichen übereinander liegenden Zellenlagen (*b. c. d*). Letztere müssen natürlich, indem die Aussenfläche der ganzen Schichtung mehr eben ausfällt, in den Zwischenräumen zweier Gefühlswärzchen eine weit ansehnlichere Mächtigkeit besitzen, als auf der Spitze der Papillen.

Fig. 115.



Schenkelhaut des Negers. Bei *a*. die Gefühlswärzchen der Cutis; darüber die Epidermoidalzellenschichten; bei *d* ältere Lagen, bei *c* und *b* jüngere. (Koelliker'scher Holzschnitt.)

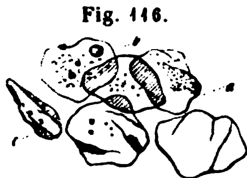
Aber abgesehen von dieser durch die Vorsprünge der Lederhaut herbeigeführten Ungleichheit, bietet die Dicke der ganzen Zellenbekleidung nach den einzelnen Lokalitäten des Körpers beträchtliche Differenzen dar, indem sie von 0,01667 bis zu 1,5''' und mehr schwanken kann[1]), wobei namentlich die oberflächlichen Lagen abgeplatteter Zellen dem grössten Wechsel unterworfen sind, weniger die tieferen, kleineren und rundlicheren Zellen (*Krause*). Der ungleiche Druck, welchen die einzelnen Hautstellen erfahren, die verschiedene Lebensart und der dadurch bedingte ungleiche Gebrauch des Körpers, so besonders der Hände und Füsse, erklären hier wenigstens Manches. Doch ist es eine alte Beobachtung, dass schon beim Fötus die Oberhaut der Fusssohlen stärker als die der übrigen Körperstellen getroffen wird.

Man kann an der Epidermis zwei Schichtungsgruppen unterscheiden, die tiefere und die oberflächlichere, welche bald mehr allmählich, bald mit ziemlich scharfer Grenzlinie ineinander übergehen. Die erstere (*d*) pflegt man die Epidermis im engeren Sinne des Wortes zu nennen, während die letztere den Namen des Malpighi'schen Schleimnetzes trägt (*b. c*). Durch einen gewissen Grad der Maceration können beide von einander getrennt werden. Indem gerade die untere Schich-

tung die Zwischenräume zwischen den Gefühlswärzchen ausfüllt, muss sie natürlich hier eine ganz andere Mächtigkeit besitzen, als auf den Spitzen der Papillen. So entsteht für sie ein sieb- oder netzartiges Ansehen, welches die älteren Anatomen zu dem Namen führte.

In den tiefsten Lagen begegnet man kleinen, 0,00333—0,004‴ messenden Zellen von rundlichem oder auch längsovalem Ansehen (und dann etwas stärkerem Durchmesser bis 0,005‴), mit sehr zarten, leicht zerstörbaren und schwierig zu erkennenden Hüllen umgeben und mit mehr granulirten, oft leicht gelblich gefärbten Kernen, deren Ausmaass 0,002—0,00333‴ beträgt und deren Form eine mehr rundliche oder auch eine längsovale ist. So folgt eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Zellenlagen übereinander, wobei jedoch allmählich die Zellen grösser, von 0,008—0,0125‴ werden, eine polyedrische Abplattung sich bemerklich macht und die gleichfalls an Ausdehnung zunehmenden, aber mehr linsenartig erscheinenden Kerne blasser sich zeigen. Endlich treten die Zellen der äussersten Lagen, der Epidermis im engeren Sinne des Wortes, oder der sogenannten Hornschicht auf, mit einer Grösse von 0,0125—0,02‴. Von unten nach oben werden sie zu immer mehr abgeflachten platten Schüppchen, gebildet aus fester, glasheller Substanz, ohne eine unmittelbar zu erkennende Zellenmembran (Fig. 116). Erinnern sie so an die obersten Zellen geschichteter Schleimhautepithelien, so unterscheiden sie sich von diesen durch den Mangel der Kerne, welcher wenigstens für die Epidermiszellen der obersten Lagen die Regel bildet.

Fig. 116.



Kernlose Zellen der Epidermis vom Menschen; *a* von oben gesehen; bei *b* eine Zelle mit aufliegenden Fetttröpfchen; bei *c* eine solche in halber Seitenansicht.

Jedoch dieser Kernmangel ist unwesentlich, da bei jüngeren Embryonen alle, auch die äussersten Epithelialschüppchen kernhaltig sind. Ebenso beim Erwachsenen an Lokalitäten, wo die Haut eine mehr weiche, schleimhautartige Beschaffenheit behält.

Indem die Schichten der Epidermis übereinander liegend ein mattes, weissliches oder auch leicht bräunlich tingirtes Ansehen darbieten, müssen sie die Farbe der darunter befindlichen und bei ihrem ansehnlichen Blutreichthum hochroth erscheinenden Lederhaut dämpfen, und zwar in einem ihrer Mächtigkeit proportionalen Grade.

Dieses lehrt dann auch die Erfahrung leicht. Gerade an denjenigen Lokalitäten, wo das Kolorit der Haut am rothesten ausfällt, den Lippen und Wangen, ist die Epidermis sehr dünn. Umgekehrt erreicht sie in der Fusssohle und bei vielen Menschen auch in der Hohlhand eine bedeutende Mächtigkeit, verbunden mit einer fortgehenden Abnahme der fleischröthlichen Farbe, bis zuletzt an sehr verdickten Stellen die Färbung der Epidermoidallagen allein übrig bleibt. Jede Schwiele kann hierzu einen Beleg liefern.

Bekanntlich zeigt die Haut des Europäers einzelne Stellen mit einem

mehr bräunlichen Kolorit, was bei blonden Menschen lichter, bei brünetten dunkler ausfällt. Hierher zählen Brustwarzen, Warzenhof, Scrotum, grosse Schamlippen und die Afterumgebung, sowie als mehr individuelle Vorkommnisse Sommersprossen und Muttermäler. Dasjenige, was bei der weissen Menschenrasse an der Körperoberfläche nur vereinzelt der Fall ist, erscheint dann in grösster Verbreitung bei den allerdings sehr verschiedenartigen dunkleren Hautfärbungen der übrigen Varietäten unseres Geschlechtes bis zum tiefen Schwarz mancher Negerstämme.

Soweit dieser Gegenstand bisher untersucht werden konnte, scheinen diese dunkleren Kolorite (an welchen das Fasergewebe der Cutis niemals Antheil nimmt) durch dreierlei Momente bedingt zu sein, die sich besonders bei tiefer dunkler Hautfarbe mit einander verbinden, nämlich durch eine Färbung des Kerns mittelst eines meist diffusen Pigments, durch eine ähnliche, aber viel schwächere Farbe des ganzen Zelleninhalts und endlich durch Ablagerung eines körnigen Pigments in die Zellenhöhle. Es sind besonders die tieferen Schichten der Oberhaut (Fig. 115. *b. c*), welche sich an derartigem Kolorit betheiligen[2]).

Gleich den Schleimhautepithelien erleidet auch die Epidermis eine beträchtliche Abschilferung durch Reiben, Waschen, den Druck der Kleider u. a. mehr, so dass ihr eine nicht geringe Vergänglichkeit zukommt.

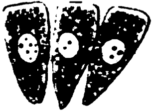
Anmerkung: 1) Messungen über die Dicke der Oberhaut finden sich bei *Krause* (Artikel: »Haut« im Handw. d. Physiol. Bd. 2. S. 116) und *Koelliker* (Mikrosk. Anat. Bd. 2. 1te Hälfte. S. 54. — 2) Sind diese Hautfärbungen weniger dunkel, so sieht man meistens nur in den tiefsten jüngsten Zellenlagen die Kerne bräunlich gefärbt. Steigt die Hautfarbe, so werden die Kerne dunkler bis zum Kastanienbraunen und Braunschwarzen; aber auch die Inhaltsmassen der Zellen sind jetzt nicht mehr farblos, sondern schwach ins Bräunliche tingirt. An der Negerhaut überzeugt man sich leicht, dass bis zu den obersten Straten der Zelleninhalt diesen Anflug bewahrt. Endlich kommen in den unteren Oberhautlagen aber auch Zellen vor mit einem körnigen Farbestoffe, welcher von den Nüançen des Gelblichen bis zum Braunen, ja dem Schwarz des Melanins sich steigert. Wir gewinnen somit auch für den Menschen melaninhaltige Epidermoidalzellen, ein Verhältniss, was, wie *Bruch* lehrte, an den schwarzen Hautstellen der Säugethiere zum gewöhnlichen wird. Doch sind solche Zellen beim Menschen nur von untergeordneter Bedeutung und die gefärbten Kerne das Wichtigere. Früher liess man allerdings die Negerhaut nur von Pigmentzellen gefärbt sein (*Henle*), ein Irrthum, welchen *Krause* berichtigt hat (a. a. O. S. 121).

§ 110.

Eine zweite Form unseres Gewebes wird hergestellt durch das sogenannte Cylinderepithelium[1]), welches im menschlichen Körper auf Schleimhäuten vorkommt. Es ist das Epithelium der Verdauungsorgane, deren Innenfläche es von der Cardia an in ununterbrochenem Zuge bis zum After auskleidet, wo es mit scharfer Absetzung gegen die Epidermis endigt; ferner kommt es auf den Ausführungsgängen der ansehnlichen, in das Darmrohr einmündenden Drüsen vor, so dem Pankreas

und den Lebergängen mit der Gallenblase. Endlich tragen die ausführenden Kanäle von Milch- und Thränendrüse, der Cowper'schen und Bartholin'schen Drüsen, ebenso die männliche Urethra, die Samenblasen, Prostata und der untere Theil des *Vas deferens* die gleiche Zellenbekleidung.

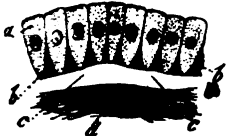
Fig. 117.



Cylinderepithelien aus dem Dickdarm des Kaninchens in der Seitenansicht.

Die Cylinderepithelien (Fig. 117) bilden eine ungeschichtete Lage hoher, schmaler, senkrecht aufgerichteter Zellen, welche an ihrem freien Ende die grösste Breite erlangen, während sie nach abwärts sich mehr oder weniger zuspitzen. Ungefähr in halber Länge liegt der Kern. Nach Aussen tritt durch die Berührung benachbarter Zellen auch hier eine polyedrische Akkomodation ein, so dass das Cylinderepithelium, von oben herab betrachtet, eine oftmals höchst zierliche Mosaik, derjenigen eines einfachen Plattenepitheliums ähnlich, bildet. Doch sind die Felder kleiner und die Kerne liegen tiefer als die Ränder der Zellenoberflächen.

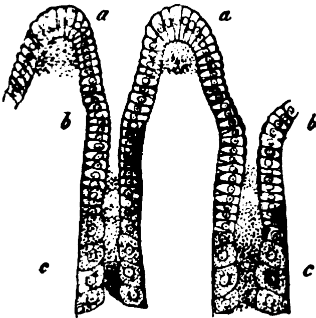
Fig 118.



Cylinderzellen einer Schleimhaut, senkrecht neben einander stehend (schematische Zeichnung). *a* Die Zellen; *b* Zwischensubstanz derselben; *c* glashelle Schicht; *d* das faserige Schleimhautgewebe.

Nach unterwärts entfernen sich die zugespitzten Theile der Cylinderzellen (Fig. 118) nicht selten etwas von einander, so dass hier bisweilen in einer gewissen Deutlichkeit die glashelle Intercellularsubstanz zum Vorschein kommt (*b*), eine Masse, welche sich bei dem Pflasterepithelium fast ganz der Beobachtung entzieht.

Fig. 119.



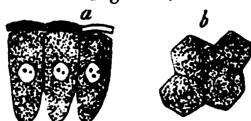
Die Oberfläche der Magenschleimhaut des Menschen senkrecht durchschnitten in schematischer Darstellung. Bei *b* Vorsprünge der Mucosa; bei *c* die Anfänge zweier Magensaftdrüsen mit ihren Zellen ausgekleidet; bei *a* das Cylinderepithelium, welches in die Drüsengänge herabsteigt.

Wo die Zellen nach abwärts breiter bleiben oder stark gekrümmte Flächen überkleiden (Fig. 119), berühren sie sich dagegen in der ganzen Länge (*a*).

Die Kerne der Cylinderepithelien sind rundlich, glattrandig und mit Nucleolis versehen. Der Zelleninhalt ist selten vollkommen wasserklar, meistens sehr zart körnig und ganz leicht getrübt. Die Membran ist in der Regel sehr dünn und fein; bisweilen aber wird sie durch eine unter ihr liegende glashelle, körnerlose Lage des Zelleninhaltes wie verdickt angetroffen (Fig. 117).

Grösse und Form der Cylinderzellen bieten mancherlei Verschiedenheiten dar. Manche erscheinen ziemlich kurz und breit, so dass der Kern von der Membran

Fig. 120.



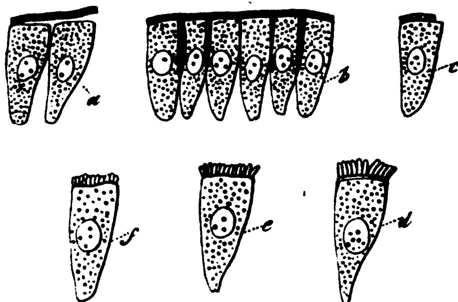
Cylinderepithelien aus dem Dünndarm des Kaninchens. *a* Seitenansicht der Zellen mit dem verdickten, etwas abgehobenen, von Porenkanälchen durchzogenen Saume; *b* die Ansicht der Zellen von oben, wobei die Mündungen der Porenkanäle als Pünktchen auftreten.

in einem nicht unbeträchtlichen Abstande umgeben wird (Fig. 120. *a*), während andere viel länger und schmäler auftreten. Hier bedeckt die Hülle den Kern dicht, oder die Zelle erscheint an dieser Stelle aufgetrieben. Endlich kommen Zellen vor, welche übereinander einen doppelten Kern zeigen.

Das Verhältniss von Länge- und Quermesser beträgt für den menschlichen Dünndarm an den Cylinderepithelien 0,008—0,01205‴ zu 0,0025—0,004‴ am oberen Ende, während in den Ausführungsgängen von Leber und Pankreas die Zellen zwar eben so lang, aber schmäler ausfallen. Ungewöhnlich schlank beobachtete sie *Henle* im menschlichen Magen.

Eigenthümliche Abweichungen von dem eben geschilderten Verhalten bieten, wie schon im allgemeinen Theile (§ 71) bemerkt wurde, die Cylinderzellen der Dünndärme bei Mensch und Säugethier dar[2]).

Fig. 121.

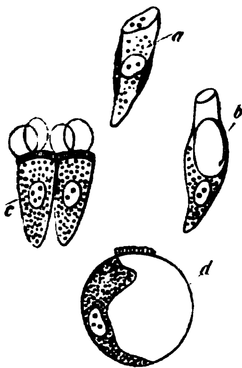


Dieselben Zellen. Bei *a* der Saum durch Wasser und leichten Druck abgehoben; bei *b* die Ansicht in natürlichem Zustande; bei *c* ein Theil des verdickten Saumes zerstört; bei *d e f* löst sich durch längere Wassereinwirkung derselbe in einzelne stäbchen- oder prismaähnliche Stücke auf.

Die Dicke des von Porenkanälchen durchzogenen Saumes (Fig. 120. *a*. 121. *a*) ergibt beim Kaninchen 0,00071—0,00111‴ und die Zahl der ihn durchlaufenden Linien beträgt ungefähr 10 bis 15.

Wie schon früher bemerkt wurde, besteht dieses Zellensekret aus einer geronnenen, von der Membran verschiedenen Proteinsubstanz, welche der Wassereinwirkung nur geringen Widerstand leistet, indem sehr frühzeitig glashelle Tropfen aus ihr hervorquellen (Fig. 122. *c*). Ob auch die eigentliche Zellenmembran von den Porenkanälchen durchzogen wird, steht dahin. Besonders bezeichnend für die Existenz der ersteren sind durch Wasser kuglig aufgeblähte Zellen (*d*). Zwischen diesen Cylindern mit von Porenkanälchen durchsetzter Oberfläche finden sich, aber in ganz unbestimmter Zahl und Stellung, einzelne Zellen (Fig. 122. *a*. *b*), bei denen die Hülle gleich dem Saume am oberen Ende fehlt und wo der feinkörnige Inhalt entweder ganz oder auch nur theilweise ausgetreten ist, so dass er nur hinter dem Kerne noch bemerkt wird.

Fig. 122.



Zellen des Dünndarms vom Kaninchen. *a*, *b* In der Zersetzung und Auflösung begriffene Zellen; *c* Cylinder durch Wassereinwirkung etwas verändert; *d* die Zelle durch die letztere kuglig aufgebläht.

Ebenso können die Kerne verloren gehen, so dass ein leerer Zellenmantel vorliegt, welcher isolirt zusammengefallen erscheint (*a*). Eigenthümlich endlich sind glashelle, grosse Tropfen, die in derartigen defekten Zellen vorkommen können (*b*).

Eine andere Bedeutung, als im Untergehen begriffener, einem Auflösungsprozess anheimgefallener Zellen können wir diesen Gebilden nicht zuschreiben. Ihr ganz unregelmässiges Vorkommen, ihr verhältnissmässig häufiges Erscheinen im Darmschleime spricht dafür[3]).

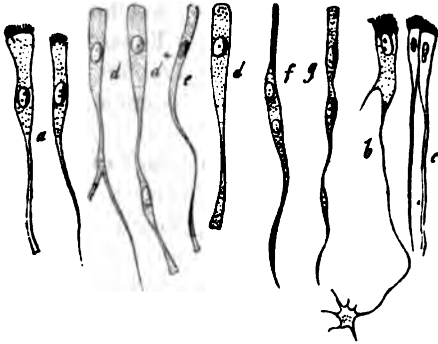
Zu bemerken ist noch, dass spurweise auch im Dickdarme der Fleischfresser ein derartiger Saum der Cylinderzellen vorkommt, während sonst hier beim Säugethier, wie schon erwähnt ist, das gewöhnliche Epithelium erscheint. Auch das Gallenblasenepithelium besitzt, wie *Virchow*[4]) sah, die verdickte, von Porenkanälen durchzogene Oberfläche. Kerne sind an ihm nicht immer deutlich.

Pigmentirte Cylinderzellen finden sich weder beim Menschen, noch beim Säugethiere.

Das Cylinderepithelium scheint im Allgemeinen nur einer sehr mässigen Erneuerung zu unterliegen. Frühere Angaben, wonach eine häufiger wiederkehrende und grössere Flächen betreffende Abstossung desselben vorkommen sollte, sind als Irrthümer erkannt worden. Interessant ist es (aber einem späteren Abschnitte anheimfallend), dass die mit Porenkanälen versehenen Cylinder des Dünndarms bei jeder Verdauung eine periodische Fettinfiltration erfahren; ein Vorgang, welcher sich aber auch auf die angrenzenden Theile, wie Magen, Gallenblase und Dickdarm erstrecken kann[5]).

Anmerkung. 1) Ueber das Cylinderepithelium vergl. man *Henle* a. a. O. S. 238. — 2) Schon früher wurde der Arbeiten *Funke*'s und *Koelliker*'s gedacht. Man vergl. dazu auch *Welcker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, N. Folge. Bd. 8. S. 239; sowie *Brettauer* und *Steinach* a. a. O. Meine eigenen Beobachtungen bestätigen die *Koelliker*'schen, nur sehe ich den Saum etwas breiter. — 3) Nach *Donders* und *Koelliker* sollen derartige Zellen einen doppelten Kern enthalten und einer Regeneration unterliegen können, indem das obere Ende abgestossen werde und die Zelle sich schliesse. — 4) Dessen Archiv Bd. 11. S. 574 und Cellularpathologie, Berlin 1858, S. 28. Fig. 14. — 5) In neuester Zeit machten über das Cylinderepithelium des Frosches interessante Beobachtungen *Billroth* (*Müller*'s Archiv 1858. S. 159) und *Heidenhain* (*Moleschott*'s Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen Bd. 4. S. 251). Bei diesem Thiere sind, wie man sich leicht an Chromsäurepräparaten überzeugen kann, die Cylinderzellen (und es wiederholt sich für die mit Wimpern versehenen

Fig. 123.



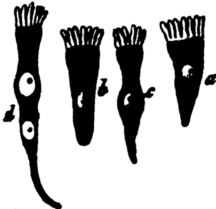
Cylinder- und Flimmerzellen mit fadenförmigen Ausläufern von Frosch und Menschen (theilweise nach *Gerlach*); *a*—*c* Flimmerzellen; *d*—*g* Cylinder vom Dünndarm des Frosches; *d d* mit kernlosen Ausläufern, *d** mit einem zweiten Kern; *e* u. *f* in halber Seitenansicht; *g* mit dreifachem Nucleus.

Zellen ein ähnliches Verhältniss) von sehr ansehnlicher Länge bis zu 0,025 und 0,05‴, indem der Zellenkörper nach unten sich in einen dünnen Ausläufer ungemein verlängert (Fig. 123. *d*—*g*). Indem die Zelle durch die Einwirkung der Chromsäure sich abplattet, erscheinen diese Ausläufer, von der Seite gesehen, ganz fadenförmig. Häufig liegt in diesem unteren Theile noch ein Kern (*d*g*). Dass sich diese Fortsätze zwischen die Faserbündel des Schleimhautgewebes einsenken und so der Zelle einen Halt verschaffen, unterliegt wohl keinem Zweifel. Dass sie auch in die Bindegewebskörperchen der Mucosa übergehen, ist wenigstens wahrscheinlich. Unermittelt ist es zur Zeit, ob solche Cylinderepithelien auch den höheren Wirbelthieren und dem Menschen zukommen. Für Säugethiere gelang mir an den Darmepithelien die Nachweisung jener Verlängerungen nicht. — Man vergl. hierzu noch *Koelliker*'s Handbuch, 3te Aufl. S. 424.

§ 111.

Die letzte Modifikation des Oberhautgewebes wird von den sogenannten Flimmer- oder Wimperepithelien gebildet. Man versteht darunter theils einfache, theils schwach geschichtete Ueberzüge von Zellen, welche an ihrer freien Oberfläche eine wechselnde Anzahl schwingender Härchen, der Wimpercilien, tragen. Die entwickelte Zelle erscheint in der Regel in der Form des Cylinderepitheliums, seltener in Gestalt einer rundlichen oder sogar mehr abgeflachten Zelle. Die unentwickelten Zellen geschichteter Wimperepithelien bleiben stets rundlich und natürlich der charakteristischen Bewimperung entbehrend.

Fig. 124.



Flimmerzellen des Säugethiers; *a b* einfache Formen; *c* eine schmale, längere Zelle; *d* eine noch mehr verlängerte mit doppeltem Nucleus.

Die cylindrischen Zellen des Flimmerepitheliums (Fig. 124) bieten die gleichen Differenzen der Form und denselben Wechsel der Länge dar, wie die einfachen Cylinderepithelien. Der freie Rand der Zelle zeigt häufig eine etwas dunklere Begrenzung, als die Seitenwandungen. Die Inhaltsmasse ist bald mehr glashell, bald sehr feinkörnig, immer aber ziemlich blass. Die Zahl der Härchen fällt, wie schon gesagt, verschieden aus und schwankt möglicherweise zwischen 10 bis 30[1]). Bei den

Säugern und dem Menschen scheinen die Cilien etwas abgeplattet und am oberen Ende mit leichter Abstumpfung zu endigen (doch sprechen Andere von einer Zuspitzung). Die Grösse der Härchen unterliegt bei den höchsten Thieren Schwankungen, indem einmal dieselben auf einer und derselben Zelle nicht alle gleich lang sein müssen und dann andererseits an verschiedenen Lokalitäten die Wimpercilien grösser oder kleiner getroffen werden, niemals aber jene riesigen Dimensionen annehmen, welche man bei manchen Gruppen niederer Thiere bemerkt. Die grössten Flimmerhaare, nämlich von 0,01 — 0,015''', stehen beim Menschen auf sehr ansehnlichen, 0,02 — 0,025''' messenden Cylindern, welche den oberen Theil des Nebenhodenganges bekleiden (*Koelliker*). An anderen Lokalitäten sind die Flimmerhärchen kleiner, so beispielsweise in den *Coni vasculosi* des Testikels, 0,005'''; noch geringer ist ihre Länge auf den Epithelialzellen des Athemapparates, nämlich 0,0025 — 0,00167'''. Die Länge der Zellen selbst variirt im menschlichen Körper von 0,0125 — 0,025'''. Die Wimperhärchen sind zarter, vergänglicher Natur und desshalb gewöhnlich nach einer Reihe von Stunden nach dem Tode der Zerstörung anheimfallend. Bisweilen erhalten sie sich jedoch ausnahmsweise Tage lang im Leibe warmblütiger Thiere ungemein gut.

Das Wimperepithelium findet sich an folgenden Stellen des menschlichen Körpers:

Es überzieht die Respirationsschleimhaut, indem es an der Basis der Epiglottis beginnt und mit Ausnahme der unteren Stimmbänder den Kehlkopf bekleidet. Hier ist es schwach geschichtet zu einer Lage von 0,025 — 0,04''' Mächtigkeit. Ebenso überzieht es die Trachea und die Bronchien mit allmählich abnehmender Schichtung, bis zuletzt die feinsten Bronchialäste nur eine einzige Zellenlage kleiner, 0,006''' hoher Flimmercylinder tragen (*Koelliker*).

Auch das Geruchsorgan führt, ungefähr von der Stelle an, wo die knorplige Nase endigt, ein geschichtetes Flimmerepithelium von 0,02 — 0,04''' Dicke. Nur die *regio olfactoria* im engeren Sinne des Wortes macht mit ihrem Epithelium eine bei diesem Sinneswerkzeuge näher zu erörternde Ausnahme. Im Uebrigen tragen nicht allein die Haupthöhlen, sondern auch alle Nebenhöhlen des Sinnesorgans die Flimmerzellen. Ebenso erstreckt es sich über den Thränengang und Thränensack.

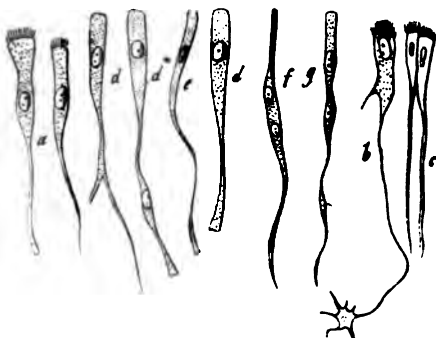
Ferner trifft man vom freien Rande der Fimbrien an bis etwa zur Mitte des Mutterhalses die weibliche Genitalschleimhaut mit einfachen Flimmerepithelien bedeckt.

Dann sind beim Manne die *Vascula efferentia*, die *Coni vasculosi* und der Gang des Nebenhodens bis etwa zu seiner Mitte herab mit Flimmerepithelium bekleidet, welches nach abwärts immer längere Zellen und grössere Wimperhaare zeigt (*Becker*, *Koelliker*[2]).

Die Höhlensysteme des Gehirns und Rückenmarks führen beim Neugeborenen, wie es scheint, überall einen Ueberzug flimmernder Zellen. Dieser erhält sich beim Erwachsenen nur stellenweise. So bleibt er im

Centralkanal des Rückenmarks, im hinteren Ende der Rautengrube, im *Aquaeductus Sylvii* und im Seitenventrikel. Sehr interessante Beobachtungen über das Flimmerepithelium der Sylvi'schen Wasserleitung veröffentlichte kürzlich *Gerlach*[3]), indem er zeigte, dass Wimperzellen durch ihre unteren fadenförmigen Ausläufer (welche an diejenigen mancher Cylinderepithelien erinnern) mit Bindegewebskörperchen zusammenhängen (Fig. 125. *b. c*). — Die übrigen Lokalitäten tragen beim erwachsenen Menschen ein einfaches Plattenepithelium mehr rundlicher Zellen. Die *Plexus chorioidei* und die *Telae chorioideae* haben jene modifizirten Plattenepithelien mit stachligen Fortsätzen, welche schon ein früherer § (106) behandelt hat. Letztere sollen übrigens bei Embryonen Flimmercilien tragen[4]).

Fig. 125.



Cylinder- und Flimmerzellen mit fadenförmigen Verlängerungen; *a—c* Flimmerzellen, zum Theil nach *Gerlach*; *a* Flimmercylinder des Frosches; *b, c* Zellen aus der Sylvi'schen Wasserleitung eines einjährigen Kindes; die Zelle *b* nach unten in ein strahliges Gebilde (Bindegewebskörperchen) übergehend.

Schliesslich findet sich in der Eustachischen Röhre, ebenso der Paukenhöhle noch in einfacher oder mehrschichtiger Anordnung ein plattenartiges, mit Wimperhaaren besetztes Epithelium, was aber am Trommelfelle durch ein mehrschichtiges Plattenepithelium ersetzt wird.

Pigmentirte Wimperzellen kennt man nicht. Das Flimmerepithelium scheint eine sehr beschränkte Erneuerung zu besitzen.

Anmerkung. 1) Man vergl. *Valentin's* Artikel: »Flimmerbewegung« im Handw. d. Physiol. Bd. 1. S. 484. — 2) *Becker* in der Wiener mediz. Wochenschrift 1856, No. 12; *Koelliker*, Handbuch, S. 517. — 3) *Gerlach*, Mikroskopische Studien. Erlangen 1858. S. 26. — 4) Man vergl. *Luschka*, die Adergeflechte des menschlichen Hirns. Berlin 1855. S. 129 und Würzburger Verhandluugen Bd. 5. S. 14; *Leydig's* Lehrbuch S. 178.

§ 112.

Eine den Anforderungen der heutigen Gewebelehre entsprechende chemische Untersuchung der Epithelien würde Intercellularmasse und Zellen, sowie die Mischung von Kern, Inhalt und Hülle der letzteren zu erforschen haben. Ebenso würde es ihr zukommen, zu zeigen, welche Veränderungen der chemischen Beschaffenheit im geschichteten Epithelialgewebe die jungen Zellen bei ihrem Altern und ihrer Umwandlung zu den schüppchenförmigen Gebilden der Oberfläche durchgehen.

Diese theoretischen Anforderungen können aber nicht erfüllt werden, da uns keine Hülfsmittel zur Isolirung der einzelnen Theile des Epithelialgewebes zu Gebote stehen, so dass nur Alles zusammen in Form eines Gemenges sich der Analyse darbietet. Trotz dieser Unvollkommenheit ist jedoch so viel sicher, dass die Oberhaut ein Gewebe darstellt, welches in seinen einfacheren Formen und seinen jüngeren Zellen mehr aus gewöhnlicheren Proteinkörpern gebildet wird, während bei den massenhafteren Epithelien die obersten Zellenschichten eine chemische Umwandlung erheblicherer Art erleiden, wobei sie zu einer harten, trocknen, resistenteren Masse werden, d. h. in sogenannten Hornstoff oder Keratin (§ 16) übergehen, oder, wie man sich auszudrücken pflegt, verhornen[1]).

Die ungeschichteten Plattenepithelien, die Cylinder- und Flimmerzellen, zeigen uns die gewöhnlichen Charaktere der aus den so veränderlichen eiweissartigen Substanzen gebildeten Gewebe und nicht selten selbst eine beträchtliche Zartheit, so dass schon die Einwirkung des Wassers Umänderungen der Zelle, Aufblähungen, Austreten kugliger Tropfen (Fig. 122) und Platzen der Hülle herbeiführt. Häufiger jedoch widerstehen derartige, namentlich plattenförmige Zellen dem Wasser in der Kälte und Wärme, werden dagegen von Essigsäure gelöst (manche derselben leicht, andere allerdings nur schwieriger und allmählich); ebenso unterliegen sie bald der auflösenden Kraft der fixen Alkalien, der kaustischen wie der kohlensauren. Der Kern widersteht der Einwirkung der Essigsäure. Doch sollen manche derartiger Epithelialzellen nach *Donders* und *Mulder* in dieser Säure lösliche Kerne besitzen. Der Zelleninhalt der Cylinder- und Flimmerepithelien dürfte vielfach Mucin oder eine nah verwandte Substanz darstellen.

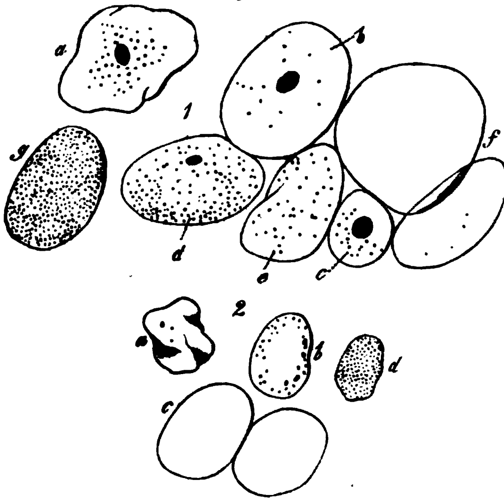
Mit dem eben angeführten Verhalten stimmen die tieferen oder jüngeren Zellenlagen geschichteter Plattenepithelien überein, während die oberflächlicheren, bald kernführenden, bald kernlosen Schüppchen die Reaktionen des Keratins erkennen lassen.

Dieses stellt natürlich ein Substanzgemenge dar, indem es die nach Behandlung mit Wasser, Alkohol und Aether zurückgebliebene Masse von Kern, Inhalt und Hülle der Zellen, sowie die Zwischensubstanz der letzteren bildet.

Jenes Gemenge nun ist ganz unlöslich in kaltem wie in siedendem Wasser und, wenn nicht mit bindegewebigen Theilen verunreinigt, beim Kochen wohl keinen Leim ergebend. Es wird von Essigsäure nicht angegriffen und leistet selbst der Schwefelsäure, in welcher es aufquillt, einen gewissen Widerstand. Mit Chlorwasserstoff- und Salpetersäure ergibt es die Reaktionen der Proteingruppe.

Von grösster Wichtigkeit ist aber das Verhalten gegen Alkalien. Mit ihnen bildet das Keratin unter Aufquellen des Gewebes eine Verbindung, die sich bei nachherigem Wasserzusatz in diesem löst. Begreiflicherweise erhält man dieses Resultat unmittelbar, wenn man sich von Anfang an

Fig. 126.



1 Epithelialzellen; bei *a* eine unveränderte flache Zelle aus der Mundhöhle; bei *b—f* dieselbe Zellenart nach Behandlung mit kaustischem Natron, theils noch mit Kernen (*b*, *c*, *d*), theils schon kernlos; bei *g* nach Natroneinwirkung mit Essigsäurezusatz. 2 Epidermoidalzellen; *a* unverändert; *b* bei Beginn der Natroneinwirkung; bei *c* die längere Einwirkung des Reagens; bei *d* unter Zusatz von Essigsäure.

verdünnter Lösungen von Kali und Natron bedient. Beim Zusatz von Essigsäure lässt dies so gelöste Keratin schwefelhaltige Zersetzungsprodukte der Eiweissgruppe fallen.

Das der Lösung vorhergehende Aufquellen des Gewebes, wie es in der Kälte oder Wärme auftritt, ist für den Anatomen von Interesse (Fig. 126). Man behandelt die Oberhaut entweder mit einer sehr starken Lauge, um dann bei nachherigem Wasserzusatz die Quellungserscheinungen zu erhalten, oder man wendet von vornherein verdünnte Lauge an. Hierbei blähen sich die alten Zellen kuglig auf (1. *b* — *f*. 2. *b*. *c*), verlieren ihre platte Beschaffenheit und gewinnen wiederum auf das Schönste den Zellencharakter, indem die Inhaltsmasse in der eindringenden Flüssigkeit sich zu lösen beginnt und jetzt die Hülle scharf hervortritt. Die Schichtungen der Epitheliallagen kommen hierbei vortrefflich zu Tage, so dass schon in dieser Hinsicht die Alkalien für den Mikroskopiker von grösstem Werthe sind. Später wird der Kern (1. *b* — *f*) angegriffen, dann die Zwischensubstanz. Zuletzt erst wird die Hülle aufgelöst; doch nur bei nicht ganz verhornten Zellen, während ganz alte Schüppchen eine Membran besitzen, die in ihrer grossen Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien mit der Substanz des elastischen Gewebes übereinkommt. Der Zusatz von Essigsäure ruft in den aufgeblähten Zellen einen feinkörnigen Niederschlag der vorhin erwähnten zersetzten Proteinstoffe hervor (1.*g*. 2.*d*).

Nach dem eben Bemerkten kann die Natur des Keratins als eines Gemenges gewiss keinem Zweifel mehr unterliegen, so dass die vorhandenen Analysen des Stoffes fast werthlos sind. Als Beispiele vermögen prozentische Bestimmungen von *Scherer*[2]) und *Mulder* zu dienen, welche die Epidermis der Fusssohle vom Menschen betreffen.

	(*Scherer*)	(*Mulder*)
C	51,036 . . 50,752	50,28
H	6,801 . . 6,761	6,76

	(*Scherer*)	(*Mulder*)
N	17,225 . . 17,225	17,21
O	24,938 . . 25,262	25,01
S		0,74

Der Schwefelgehalt in der Mulder'schen Analyse mit 0,74 $\%$ muss auffallend gering erscheinen, während er beim Keratin anderer Gewebe zwischen 2—5 $\%$ und mehr gefunden wurde[3]). In welcher Form derselbe in jenem Gemenge enthalten ist, weiss man nicht. Doch ist er nur locker gebunden. Die Aschenmenge erreicht ungefähr 1—1,5 $\%$. Als Salze werden angegeben: Chlornatrium, Chlorkalium, schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde, phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Eisenoxyd; dann enthält die Epidermis noch Kieselerde.

Die pigmentirten Zellen besitzen den Charakter der jedesmaligen Epithelialformation. Die des Auges kommen in ihrer zarten Beschaffenheit mit den ungeschichteten Epithelien überein. Ueber das Melanin, das sie erfüllt, hat man § 54 zu vergleichen. Welche Materie an dunklen Stellen der Haut die Kerne der Epidermoidalzellen färbt, weiss man noch nicht.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schlossberger*'s Gewebechemie S. 265 und *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 3. S. 46, ebenso *Mulder*'s physiol. Chemie S. 548; ferner *Donders* in den holländischen Beiträgen Heft 1 u. 2 und *Koelliker*, Mikrosk. Anat., Bd. 2. 1te Hälfte. S. 58. — 2) Annalen Bd. 40. S. 54. — 3) *von Bibra* in derselben Zeitschrift Bd. 96. S. 291.

§ 113.

Die Epithelien müssen als ein in der Regel keiner weiteren Entwicklung zu höheren Elementartheilen fähiges Gewebe bezeichnet werden. Sie stehen mit den Drüsenzellen in einer nahen Beziehung. Wie man durch *Remak* namentlich weiss, verdanken beiderlei Gewebe jenen zusammenhängenden Zellenschichten ihren Ursprung, welche die freien und inneren Oberflächen des embryonalen Leibes überkleiden. Ebenso existirt zwischen Oberhaut und Drüsenzellen im reifen Körper vielfach ein allmählicher Uebergang, indem manche Drüsen namentlich von Zellen bekleidet werden, die von Epithelien kaum zu trennen sind. Andererseits tritt uns in der Bildung des Schleimes und der Synovia eine Seite des Epitheliallebens entgegen, welche mit der physiologischen Energie der Drüsenzellen manches Verwandte theilt. Endlich könnte man noch in der Neigung, formlose Substanz nach Aussen abzuscheiden, die als verdickter Zellensaum, als *basement membrane* und als *membrana propria* erstarrte, eine neue gemeinsame Seite der Drüsen- und Oberhautzellen erblicken, wenn nur die Genesis jener Gebilde sicherer feststünde, als es zur Zeit eben der Fall ist.

Wenn es sich um die Frage handelt: was sollen die Epithelien im

Körper und warum sind alle Flächen mit derartigen zusammenhängenden Zellenüberzügen bekleidet? so müssen wir hier unsere Verlegenheit bekennen, bestimmte Thätigkeiten derselben sicher darzulegen.

Denn dasjenige, was man der Epidermis als dem massenhaftesten Gewebe dieser Art zuschreibt, dass sie als schlechter Wärmeleiter die Erhaltung der Körperwärme begünstige, und dass sie namentlich ein Schutzorgan der nerven- und gefässreichen Cutis darstelle gegen Druck, das Eindringen von Flüssigkeiten, Giften, Kontagien — dieses, so unbestritten richtig es auch für jenen Theil ist, kann nicht mehr auf das einfache ungeschichtete Epithelium, welches so grosse Flächen unseres Leibes bedeckt, übertragen werden.

Sucht man darum nach einer anderen physiologischen Bedeutung unseres Gewebes, so beruht diese mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in der Beziehung zu den Transsudations-, Diffusions- und Resorptionsprozessen des Organismus, so dass man das Epithelium als Regulator dieser Thätigkeiten an der Oberfläche der Theile ansehen darf. Die Beobachtung der fadenförmigen Ausläufer bei Cylinder- und Wimperzellen und einer möglichen Verbindung mit elastischen Röhren und Bindegewebskörperchen verspricht physiologisch von Wichtigkeit zu werden.

Die Epidermis wird nach den Untersuchungen von *Krause* nur sehr schwierig von Wasser und wässerigen Salzlösungen durchdrungen, ist aber für Gase jeder Art permeabel. Viel durchgängiger für Flüssigkeiten müssen dagegen die dünneren und meist viel weicheren Epitheliallagen der inneren Körperflächen erscheinen.

Als ein rein zelliges, nicht von Blutgefässen durchzogenes Gewebe zeigen uns die Epithelien manche Seite des Zellenlebens, wie Vermehrung, Wachsthum, Formumwandlung auf das Schönste. Dass die Gefässe ihrer bindegewebigen Unterlagen die ganze Vegetation unserer Oberhautzellen bedingen, leuchtet ein, obgleich man auch Epithelien auf gefässlosen Häuten, wie der Cornea und Linsenkapsel, antrifft. Ueber die Richtung des Stoffwechsels in unserem Gewebe wissen wir nichts, weder für die gewöhnlichen Epithelien, noch jene modifizirten Formen derselben, wo im Innern die Bildung von Melanin und anderen Pigmenten stattfindet. Dass jener Umsatz der Materie bei geschichtetem Epithelialgewebe nur in den jungen oder überhaupt weicheren, mit flüssiger Inhaltsmasse erfüllten Zellen eine gewisse Lebhaftigkeit besitzen werde, leuchtet ein. Dann sind im Dünndarme die Cylinderepithelien einem starken Durchgange von Stoffen und zwar nicht im egoistischen Interesse der eigenen Ernährung unterworfen, indem durch sie die Fettresorption und auch die der übrigen Chylusbestandtheile geschieht.

Ebenso wahrscheinlich ist es aber auch auf der anderen Seite, dass in den oberflächlichsten, starker Verhornung anheimgefallenen Schüppchen geschichteter Epitheliallagen der Stoffwechsel fast ganz ruhen dürfte, wie auch die Fäulniss hier nur sehr schwierig eintritt.

Der Untergang der Epithelialzellen findet einmal durch Auflösung,

dann durch mechanische Abstossung statt. Letztere entzieht dem Organismus täglich eine gewisse Menge von (wenn auch umgewandelter) eiweissartiger Substanz.

Ueber die physiologischen Beziehungen der pigmentirten Zellen des Auges hat man das Kapitel vom Sehorgan zu vergleichen, während die übrigen Pigmenteinlagerungen räthselhaft erscheinen müssen. — Ueber die Epithelien der *regio olfactoria* s. man das Geruchswerkzeug.

§ 114.

Durch ihre Substanz werden die untergehenden Epithelien für die Bildung des Schleimes und der Gelenkschmiere von höchster Wichtigkeit. Die Besprechung des Oberhautgewebes hat sich daher auf beide Flüssigkeiten auszudehnen.

Man versteht unter Schleim eine mehr oder weniger fadenziehende und zähe, meist ziemlich dickflüssige Ueberzugsmasse, welche die Oberflächen aller Schleimhäute in wechselnder Menge bedeckt und diesen Feuchtigkeit, sowie Schlüpfrigkeit verleiht, ebenso auch bei ihrer Konsistenz als schützende Decke für chemische Einwirkungen in Betracht kommen und für den Gasaustausch nicht gleichgültig sein dürfte.

Der Schleim ist geruch- und geschmacklos, von verschiedener Reaktion. Er erscheint bald mehr glasartig durchsichtig, bald mehr getrübt, weisslich oder gelblich. Die mikroskopische Untersuchung zeigt in ihm, aber in sehr variabler Anzahl, die abgestossenen Epithelialzellen der entsprechenden Lokalität, ebenso eine kleine Zelle, das sogenannte Schleimkörperchen, dessen Aussehen, Grösse und sonstiges Verhalten dasjenige der farblosen Blutkörperchen, sowie der Elemente von Lymphe und Chylus und dessen Bedeutung wohl diejenige einer abortiven Epithelialzelle ist. Dazu gesellen sich noch die abgestossenen Zellen der jedesmaligen Drüsenformation. Bei seiner Zähigkeit umschliesst endlich der Schleim sehr gewöhnlich kleine Luftbläschen. — Nach allem diesem kann der Schleim nur eine sehr variable Masse darstellen, nur ein sehr ungleiches Gemenge in anatomischer Hinsicht bilden, zu welchem noch durch die Zumischung verschiedener Drüsenschäfte weitere chemische Differenzen hinzukommen, als deren Ausdruck wir auch die manchfachen Fermentwirkungen der einzelnen Schleimarten erhalten.

Die chemische Untersuchung ergibt als festen Bestandtheil einen eigenthümlichen, schon früher (§ 16) behandelten Körper, den sogenannten Schleimstoff oder das Mucin, daneben Extraktivmaterien, Fette und Mineralbestandtheile. Als letztere werden Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Kieselerde, Kalk und Natron angegeben. Als Beispiel einer quantitativen Zusammensetzung kann eine Analyse *Nasse*'s [1]) dienen. Dieser Forscher untersuchte menschlichen, durch Aufräuspern erhaltenen Schleim mit folgendem Resultate:

Wasser	955,52
Feste Bestandtheile	44,48
Schleimstoff (und eine Spur von Eiweiss)	23,75
Extraktivstoffe	9,82
Fette	2,89
Mineralbestandtheile	8,02

Unter diesen Mischungsbestandtheilen bedarf nur das Mucin einer weiteren Besprechung. Es kommt in dem Schleime in doppelter Form, in Gestalt einer unlöslichen, im Wasser nur aufgequollenen Substanz, welche auf dem Filter zurückbleibt, und einer löslichen, die filtrirt werden kann, vor. Da die Reaktionen beiderlei Massen im Wesentlichen sich gleich verhalten, so muss der Gedanke nahe liegen, dass das Mucin an sich im reinen Zustande unlöslich sei und erst durch Zumischungen, besonders diejenige von Alkali, seine Löslichkeit erhalten dürfte, eine Hypothese, welche durch die Parallele mancher Proteinstoffe eine weitere Stütze zu finden scheint.

Auch in der Gelenkschmiere oder Synovia wiederholt sich, wie zuerst *Frerichs*[2]) darthat, das Verhalten des Schleims. Sie erscheint als eine klare, farblose oder gelblich tingirte, klebrige Flüssigkeit von alkalischer Reaktion, in der das Mikroskop die abgestossenen Epithelialzellen der Gelenkkapsel, ebenso Schleimkörperchen zeigt. Sie dient bekanntlich dazu, die das Gelenke bildenden Theile glatt und schlüpfrig zu erhalten.

Die Synovia zeigt die Mischungsbestandtheile des Schleimes, zu welchen noch Eiweiss hinzukommt. Als Salze wurden gefunden Kochsalz, basisch phosphorsaure Alkalien, schwefelsaure Alkalien, phosphorsaure Erden und kohlensaurer Kalk.

Als Beispiele prozentischer Zusammensetzung folgen zwei Analysen von *Frerichs*, deren erstere die Synovia des im Stall lebenden Ochsen betrifft, während die zweite von dem zur Weide getriebenen Thiere herrührt.

	I.	II.
Wasser	969,90	948,54
Feste Bestandtheile	30,10	51,46
Schleimstoff mit Epithelium	2,40	5,60
Eiweiss und Extraktivstoffe	15,76	35,12
Fette	0,62	0,76
Salze	11,32	9,98

Hiernach scheint die Bewegung und Reibung der Gelenkflächen gegeneinander für die Mischung der Synovia von Wichtigkeit, indem sie während der Ruhe wässriger, weniger klebrig und ärmer an Schleimstoff getroffen wird. Ihre Menge ist dabei aber eine weit ansehnlichere. Umgekehrt sinkt bei energischer Muskelbewegung die Masse der Gelenkflüssigkeit bedeutend und in ihr, welche dicklicher und klebriger erscheint,

steigert sich namentlich die Menge des Mucins. Verwandt scheint nach *Virchow*[3]) der Inhalt der Sehnenscheiden und Schleimbeutel auszufallen.

Wenn es sich um die Bildung von Schleim und Synovia handelt, namentlich um den Ursprung des Mucins, so kann eine ältere Ansicht, welche den Schleim als Sekret besonderer drüsiger Organe, der sogenannten Schleimdrüsen, ansehen wollte, nicht mehr gehalten werden, indem die Menge der Flüssigkeit mit der Häufigkeit oder Seltenheit jener Drüsen in keiner Parallele steht, ebenso die von Drüsen freien Synovialkapseln Schleim liefern. Wohl aber werden die Epithelialzellen zu der Entstehung des Mucins in eine Beziehung treten, wobei allerdings auch die aus den Drüsen stammenden Zellen, wenngleich nur in mehr untergeordneter Art, bei Schleimbildung sich betheiligen können. Einmal dürften Cylinder- und Flimmerzellen Mucin als Zelleninhalt führen, und dann hat namentlich für die abgestossenen, verhornten Plattenepithelien der Gedanke viel Wahrscheinliches, dass eine alkalische Flüssigkeit, welche durch die Haargefässe der Mukosen und der Synovialkapseln transsudirt ist, die losgetrennten Zellen in der Körperwärme macerire und ihre Inhaltsmasse so zum Mucin umwandele. (*Simon*[4]), *Frerichs*.) Ist diese Anschauung richtig, so würde das Mucin vielfach ein physiologisches Umwandlungsprodukt der Epithelialmassen darstellen.

Anmerkung: 1) *Erdmann*'s Journal Bd. 29. S. 59. — 2) Artikel: »Synovia« im Handw. d. Physiol. Bd. 3. S. 463. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 281. — 4) Medizinische Chemie. Berlin 1842, Bd. 2. S. 302. — Ausführliches über den ganzen Gegenstand bei *Schlossberger* a. a. O. S. 314.

§ 115.

Die eigenthümlichste Lebenserscheinung des Epithelialgewebes stellt aber die Flimmer- oder Wimperbewegung (*motus vibratorius*) dar. Das Phänomen, schon in den Urzeiten der Mikroskopie bekannt[1]), ist in späteren Tagen unendlich viel studirt worden; leider nicht mit genügendem Erfolge. Denn kennen wir auch die grosse Verbreitung desselben durch die Thierwelt, hat sich auch in neuerer Zeit die Wimperbewegung bei niederen pflanzlichen Organismen entdecken lassen, so befinden wir uns über Mechanismus und Zweck derselben noch völlig im Dunkeln. Jede Bestimmung letzterer Art wird durch den Umstand so sehr erschwert, dass das Flimmerphänomen durch die Thierwelt in ganz verschiedener Ausbreitung getroffen wird, so dass Theile, welche in der einen Klasse flimmern, in einer andern Gruppe es nicht mehr thun; dass z. B. bei allen Arthropoden Flimmerepithelium gänzlich fehlt u. a. mehr.

Die Wimperbewegung, das geordnete und gleichzeitige Schwingen aller Härchen, erscheint, an dem Rande einer gefalteten Flimmerhaut gesehen, ungefähr wie ein wallender Saum oder wie das Flackern einer Kerzenflamme; von oben betrachtet erinnert sie manchmal an das Wallen eines vom Winde bewegten Getreidefeldes oder, wenn sie in einer

mikroskopischen Röhre stattfindet, an das Strömen eines von der Sonne beschienenen Baches. Doch sind alle diese Vergleiche der Eigenthümlichkeit der Erscheinung gegenüber vielleicht nicht ganz treffend.

Kleinere im Wasser suspendirte Körperchen, wie z. B. Blutzellen und Pigmentkörner, treiben durch die Thätigkeit der Härchen an dem Rande einer flimmernden Membran in bestimmter Richtung vorbei; bei lebhafter Thätigkeit der Cilien und starker Vergrösserung scheinbar mit grösster Geschwindigkeit. In Wahrheit aber ist diese Schnelligkeit natürlich eine viel geringere, immerhin aber nicht ganz unbeträchtliche, indem der Weg eines Zolls in einigen Minuten von einem jener Körperchen zurückgelegt wird. Ein Fetzen einer Wimperlage kann, wenn er nicht allzugross ist, durch die Bewegung der zahlreichen Einzelhärchen langsam von der Stelle getrieben werden; ein kleines Stückchen oder eine einzige abgelöste Zelle sich lebhaft durch das Wasser wälzen, das Bild eines Infusoriums in täuschender Art wiederholend.

Indessen im frischen lebenskräftigen Zustande erfolgen die Einzelbewegungen der Cilien so rasch auf einander, dass dieselben nicht gesehen, überhaupt das Phänomen nicht näher erkannt zu werden vermag. Man nimmt an, dass auf den Zeitraum einer Sekunde mehrere Schwingungen kommen. *Krause* wollte für die Minute 190 — 320 Einzelschwingungen erhalten haben.

Zur näheren Untersuchung ist der Moment der passendste, wo bei der im Absterben begriffenen Flimmerzelle die Bewegungen der Flimmercilien langsamer und träger geworden sind und das einzelne Härchen in seiner Thätigkeit leicht verfolgt werden kann. Das Arbeiten der Cilie ist nun alsdann keineswegs immer das gleiche, so dass man hiernach vier Variationen der Wimperbewegung aufgestellt hat (*Purkinje* und *Valentin*), nämlich: 1) die hakenförmige: Hierbei macht ein jedes Härchen Bewegungen gleich einem Finger, welcher abwechselnd gebeugt und gestreckt wird. 2) die trichterförmige: Die obere Partie des Haares beschreibt bei ihrem Schwingen einen Kreis, das ganze Haar einen Kegel, dessen Spitze die festgewachsene Basis der Cilie bildet. 3) die schwankende: Hier schwankt das ganze Haar nur mehr pendelartig von einer Seite zur andern, und 4) die wellenförmige: Das Haar verhält sich bei seiner Thätigkeit wie eine mässig geschwungene Peitschenschnur oder wie der Schwanz eines Samenfadens. Von diesen vier Formen der Wimperbewegung scheint die erste bei weitem die häufigste zu sein.

Die Flimmerbewegung geschieht unabhängig vom Gefäss- und Nervensysteme. Zerstörung des letzteren, Unterbrechungen des Blutstromes lassen sie weiter gehen; ebenso schwingen die Härchen abgetrennter Flimmerzellen, wie schon bemerkt wurde. (Von der Zelle getrennte Cilien arbeiten dagegen nicht mehr und verlieren sich spurlos in dem Wasser.) Sie überdauert den Tod des Thieres, aber mit merkwürdigen Differenzen; bald nur kurze Zeit, so namentlich bei Vögeln, ebenso auch bei Säugethieren, wo sie etwa bis zum Erkalten der Leiche anhält[2]), wäh-

rend sie bei kaltblütigen Thieren noch Tage lang zu bemerken ist. Agentien, welche nicht chemisch einwirken, stören das Flimmerphänomen nicht. So erhält es sich gut in Blutserum, Milch, auch noch im Harn. Wasser lässt es anfänglich lebhafter werden, um bei der Zartheit der Zelle ein rascheres Aufhören nachträglich herbeizuführen. Nachtheilig ist der Zusatz der Galle. Säuren, Alkalien, Alkohol u. dergl. heben es für immer auf[3]. Interessant ist die in neuerer Zeit gemachte Entdeckung *Virchow*'s[4]), dass eine in gewöhnlichen Verhältnissen zur Ruhe gekommene Wimperbewegung durch den Zusatz verdünnter Kali- und Natronlösungen wieder zur Aktivität gelangt.

Man hat die Wimperbewegung für den Transport kleiner Körper physiologisch verwerthen wollen, ihr z. B. die Ausfuhr von Schleim aus Lunge und Nase, des Eies vom Ovarium in den Uterus zugeschrieben, gewiss nur Nebenzwecke des Wimperphänomens, welche durch das Vorkommen von Flimmerüberzügen in vollkommen geschlossenen Säcken in ihrem wahren Werthe zu taxiren sind. Dass sie bei niederen Thieren die Ortsbewegung des ganzen Körpers, einen Wasserstrom an der Körperoberfläche, ein Rotiren der Speisen im Verdauungskanal bewirken kann und anderes mehr, unterliegt keinem Zweifel.

Anmerkung: 1) Der Entdecker der Wimperbewegung scheint *A. de Heyde* im Jahre 1683 gewesen zu sein. Die holländischen Koryphäen der alten Epoche waren mit der Erscheinung bekannt. Die genaueste Arbeit aus den 30er Jahren, in denen überhaupt die Flimmerbewegung zuerst mit Erfolg studirt wurde), rührt von *Purkinje* und *Valentin* her. Vergl. *De phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis, tum internis animalium plurimorum et superiorum et inferiorum ordinum obvii comment. phys. Vratislaviae* 1835. Man sehe ferner *Valentin*'s Artikel: »Flimmerbewegung« im Handw. der Physiol. Bd. 1. S. 484. — 2) Unter gänzlich räthselhaften Verhältnissen kann sich ausnahmsweise die Flimmerbewegung beim Säugethiere ein bis zwei Tage nach dem Tode noch erhalten. — 3) Ueber diesen Gegenstand haben *Purkinje* und *Valentin* sehr genaue Untersuchungen angestellt. — 4) *Virchow*'s Archiv Bd. 6. S. 133. Wie *Koelliker* zeigte, kommt den Samenfäden dieselbe Eigenschaft zu.

§ 116.

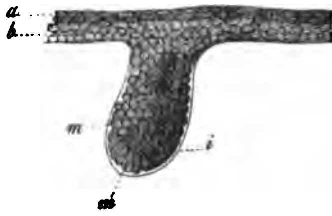
Wir haben endlich noch der Entwicklung des Epithelialgewebes beim Embryo[1]) zu gedenken.

Die Epidermiszellen erscheinen schon in früher Zeit, indem sie nichts anderes darstellen, als die umgeänderte äusserliche Schicht der den embryonalen Leib erbauenden Bildungszellen. Man hat diese Hornblatt genannt (*Remak*). Aus ihr gehen aber nicht allein die Oberhaut, sondern auch die anderen Horngebilde, Nägel und Haare, sowie die mit der Haut verbundenen Schweiss- und Talgdrüsen, die Thränendrüse und Krystalllinse hervor.

Koelliker[2]) fand bereits bei einem menschlichen Embryo von fünf

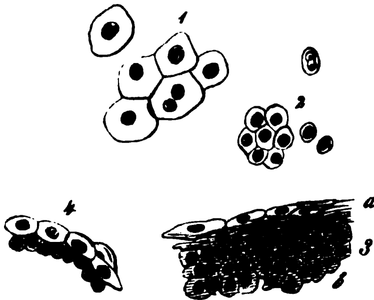
Wochen die Oberhaut aus zwei Lagen gekernter Zellen bestehend, einer oberflächlichen sehr zart gerandeter, polyedrischer Zellen von 0,012—0,02''' mit runden, 0,004—0,006''' messenden Kernen, sowie einer tieferen Schicht, wo die Zellen kleiner, 0,003—0,004''' messend waren und die Kerne nur 0,0015—0,002''' betrugen. Hiernach sind also Epidermis (im engeren Sinne des Wortes) und *Malpighi*'sches Schleimnetz anfänglich durch je eine Zellenschicht repräsentirt. Später, im 4ten Monate, sind diese Zellenlagen schwach geschichtet, so dass drei bis vier Lagen das Ganze der Oberhaut bilden (Fig. 127. *a*. *b*). Allmählich wird die Schichtung eine stärkere. Als Beispiel kann Fig. 128 dienen, die Oberhaut eines Schafembryos von 4 Zoll. Dieselbe bestand aus 6—7 Zellenlagen (Fig. 128, 3), deren oberste glashelle Zellen (*a*) von 0,00686—0,00914 mit Kernen von 0,00229—0,00286''' enthielten, während die unteren Zellen (*b*) nur 0,00457—0,00552''' betrugen und der Nucleus den Durchmesser der oberflächlichen Zellenkerne bewahrte. In der oberen Schichtungsgruppe kamen einzelne Zellen mit doppeltem Nucleus vor (Fig. 128, 1) und in den tieferen konnte bisweilen eine Kerntheilung bemerkt werden (2). Das Epithelium am freien Augenlidrande zeigte bei demselben Embryo nur 2 Zellenlagen (4). Beim viermonatlichen menschlichen Fötus fand ich das in der gleichen Weise gebildete Epithelium der Cornea 0,00914''' dick, aus zwei oberen und zwei tieferen Zellenschichten hergestellt.

Fig. 127.



Haut- und Haaranlage eines menschlichen Embryos von 16 Wochen. *a* Obere Zellenlagen der Epidermis; *b* tiefere; *m*, *m* Zellen der Haaranlage; *i* glashelle, sie überziehende Haut. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Fig. 128.



Oberhaut aus der Kopfgegend eines Schafembryos von 4''. 1 Oberhautzellen der äussersten Lage, 2 aus tiefen Schichten; 3 senkrechter Durchschnitt derselben; 4 Oberhaut am freien Augenlidrande.

Mit dem weiteren Wachsthume des fötalen Körpers nimmt die Dicke der Epidermis und damit die Zahl ihrer Schichten mehr und mehr zu. Die oberflächlichsten sind in der letzten Hälfte des Fruchtlebens schon die kernlosen Schüppchen der späteren Lebensepoche.

Die sich bereits im Fruchtleben einstellende Abschuppung der Oberhautzellen führt auf der Körperoberfläche des Embryos eine schmierige, weissliche, mit Fett untermischte Masse, die sogenannte *Vernix caseosa* herbei, in welcher das Mikroskop die Epidermoidalschüppchen darthut.

Die Epithelien der Schleimhäute, ebenso die damit in Verbindung stehenden Drüsen entwickeln sich aus einer analogen inneren Zellenschicht, dem Drüsenblatt von *Remak*, und zwar in einer ebenfalls sehr frühen Zeit. Die Flächenvermehrung unseres Ueberzugs bringt hier eine bedeutende Zellenvermehrung durch Theilung[3]) und, wo der Ueberzug geschichtet ist, eine Zunahme des Epitheliums nach der Dicke mit sich.

Die Epithelialüberzüge anderer Organe haben mit beiderlei embryonalen Zellenschichten, dem Horn- und Drüsenblatte, nichts zu thun. So diejenigen der Gefässe, der ächten serösen Säcke und der Synovialkapseln. Sie entstehen durch Umwandlung einer inneren, diese Theile erbauenden Zellenschicht und sind in der Regel sehr frühe deutlich ausgebildet vorhanden. So erklärt man die Bildung des Gefässepitheliums. Ebenso findet in der soliden Masse zwischen embryonalen Knochenenden eine Verflüssigung der centralen Partie statt, welche zur Bildung der Gelenkhöhle führt, während ihre äusseren Zellen zur Kapsel und dem Epithelium sich gestalten (*Luschka*[4])).

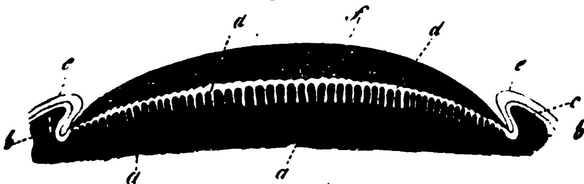
Anmerkung. 1) Man vergl. das embryologische Werk von *Remak*. — 2) *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2, 2te Hälfte S. 69. — 3) *Remak* (a. a. O. S. 160) traf bei dem Frosche in dieser Zeit komplizirte Theilungsprozesse der Epithelialzellen. — 4) Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. S. 7.

4. Die Nägel.

§ 117.

Gleich der Oberhaut und den später zu besprechenden Haaren werden die Nägel schon seit Langem von den Anatomen zu den Horngeweben gerechnet. Und in der That stellen dieselben auch nichts anderes, als eine eigenthümliche modifizirte Oberhaut der darunter gelegenen Hautstelle vor. Diese Umwandlung ergibt sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung im Uebrigen geringer, als man es bei der physikalischen Beschaffenheit des Gewebes erwarten sollte.

Fig. 129.

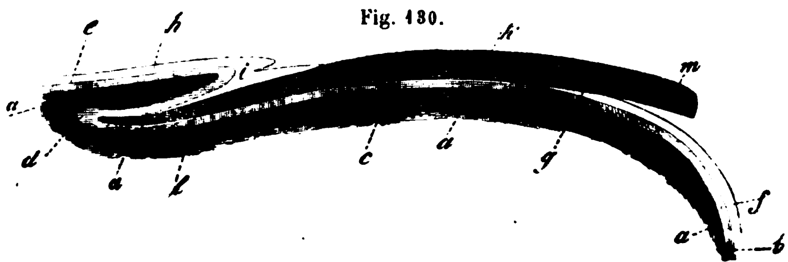


Nagel und Nagelbett querüber senkrecht durchschnitten; *a* das Nagelbett mit den Leistchen der Lederhaut; *b* Seitentheile jenes, den seitlichen Nagelfalz bildend; *c* sein *Malpighi*'sches Schleimnetz; *e* seine Hornschicht; *d* das *Malpighi*'sche Netz des Nagels zackig zwischen die Leistchen des Nagelbettes eingreifend; *f* die Hornmasse des Nagels. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Der Nagel[1]) ist ein harter, fester, platter, mehr oder weniger gewölbter Körper von rundlich viereckiger Form. Er erscheint an den Seiten stärker herabgebogen, am freien vorderen Rande dicker

als an dem entgegengesetzten hinteren Theile. Von den Rändern liegt nur der vordere frei zu Tage, während die Seitenränder desselben in einem Hautfalze (Fig. 129. *b*) enthalten sind, der an der Fingerspitze als eine flache Grube beginnt, um nach hinten tiefer und tiefer zu werden. Der hintere Theil des Nagels endlich verschwindet in einem sehr tiefen, 2‴ und mehr betragenden Falze (Fig. 130. *a* links). Es liegt somit ein nicht unbeträchtlicher Theil des ganzen Nagels in letzterer Einfalzung. Man nennt ihn die Nagelwurzel (Fig. 130. *l*), während die falzartigen Rinnen den Namen des Nagelfalzes führen und die von dem Nagel bedeckte Stelle der Lederhaut die Benennung des Nagelbettes (Fig. 129. *a*. 130. *a*) erhalten hat.

Fig. 130.



Nagel und Nagelbett in der Länge senkrecht durchschnitten; *a* das Nagelbett, nach links den tiefen Falz für die Nagelwurzel *l* bildend; *k* das Horngewebe des Nagels; *m* sein vorderer freier Rand; *f* Hornschicht der Fingerspitze; *g* ihr Ende gegen den Nagel; *b* *Malpighi*'sches Schleimnetz derselben, welches bei *c* zu demjenigen des Nagels, bei *d* des Nagelfalzes und der Nagelwurzel, sowie bei *e* zu dem des Fingerrückens wird; *h* Hornlage des Fingerrückens; *i* Ende derselben gegen den Nagel. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

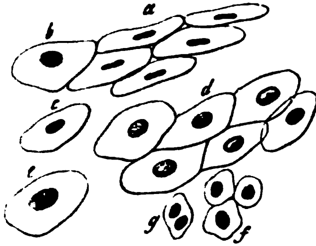
Dem Nagelbette, dessen Form im Gröberen durch die Gestalt des Nagels und des Falzes gegeben ist, liegt mit seinem unteren Theile der Nagel so fest und innig auf, wie überhaupt das *Malpighi*'sche Schleimnetz anderer Hautstellen dem Fasergewebe der Cutis, so dass er von seinem Bette durch Maceration oder Brühen getrennt werden muss.

Untersucht man ein derartig blosgelegtes Nagelbett, so springt die Lederhaut desselben in Längsleistchen vor. Diese, wie *Henle* zeigte, beginnen vom hinteren Theile des Nagelbettes wie von einem Pole aus, laufen in den Mittelpartieen desselben gestreckt nach vorne, während sie an den Seitentheilen eine auswärts convexe Richtung einhalten. Auf den Leistchen stehen alsdann mehr vereinzelt die Papillen des Hautorgans. Fig. 129. *a* kann diese Leistchen, deren man auf ein Nagelbett 50—90 rechnet, versinnlichen. Unter der Nagelwurzel stehen sie weit dichter nebeneinander, bleiben aber niedriger. Beide Theile des Nagelbettes grenzen sich durch eine convexe Linie meistens scharf von einander ab, welche als Rand der sogenannten Lunula des Nagels durchschimmert.

Wie schon bemerkt greift nun das *Malpighi*'sche Schleimnetz mit zackenartigen Vorsprüngen in die Zwischenräume der Cutisleistchen ein, verhält sich also gerade ebenso wie an gewöhnlichen Hautstellen (Fig.

129. *d*). Auch in ihrer histologischen Beschaffenheit kommen diese jüngeren Zellenlagen mit denjenigen der äusseren Haut überein (Fig. 131. *f*). Ihre Grösse beträgt 0,004, 0,00625—0,00704''', das Ausmaass der Kerne 0,00289 — 0,00333'''. Als einzige Differenz muss hervorgehoben werden, dass in den tiefsten Lagen die Zellen der jüngeren Schichtungsgruppe mehr längsoval erscheinen. In interessanter Weise enthalten nach *Krause*[2]) die Kerne derartiger Nagelzellen beim Neger denselben dunkelbraunen Farbestoff, wie in der Haut selbst (§ 109). Oefters trifft man junge Zellen mit doppeltem Kerne (*g*). Dass sich das *Malpighi*'sche Schleimnetz des Nagels in die jüngeren Zellenlagen der Haut am Falze, ebenso an der Fingerspitze fortsetzt, bedarf wohl keiner Erwähnung und wird durch Fig. 129. *c* und 130. *b* ersichtlich.

Fig. 131.



Gewebe menschlicher Nägel zum Theil nach Einwirkung der Natronlauge. *a* Zellen der obersten Schichten in seitlicher Ansicht; *b* eine Zelle von oben; *c* halb von der Seite; *d* eine Anzahl Zellen polyedrisch gegeneinander begrenzt; *e* eine Zelle, deren Kern im Verschwinden begriffen ist; *f* Zellen der unteren Lagen (des *Malpighi*'schen Schleimnetzes); bei *g* eine derartige Zelle mit doppeltem Kerne.

Während so die Zellen der unteren Schichtung nichts Auffallendes darbieten, ist es anders mit den oberflächlichen Zellenlagen, dem eigentlichen hornigen Nagel. Für die gröberen Verhältnisse wäre nur festzuhalten, dass die Unterfläche der Hornschicht mit leichteren Zacken in das *Malpighi*'sche Schleimnetz eingreift (Fig. 129. *f*), sowie dass sie an der Nagelwurzel sehr beträchtlich dünner und auch ansehnlich weicher als am freien Nagel ausfällt. Endlich geht die Epidermis der Haut am unteren Nagelfalz eine Strecke weit auf die vordere Fläche des Nagels über (Fig. 130. *i*), wie sich diejenige der Fingerspitze unter dem freien Rande jenes verliert (Fig. 130. *f*).

Schnitte durch diese verhornte Masse lassen ohne weitere Behandlung nichts über die Textur erkennen, indem eine spröde, harte, ziemlich wasserhelle Masse vorliegt, welche durch den Zug der Messerklinge vielfach gerissen und gesprungen erscheint. Unterwirft man dagegen einen solchen Schnitt der Einwirkung der Schwefelsäure oder, was bei weitem mehr zu empfehlen ist, der von Kali- oder Natronlauge, so quillt das Ganze (namentlich schnell in der Hitze) in überraschender Weise zu dem schönsten zelligen Epithelialgewebe auf (Fig. 131. *a*—*e*). Die Zellen liegen anfänglich polyedrisch gegen einander abgeplattet (*d*), bis sie in Folge längerer Einwirkung des Reagens sich von einander trennen. Ihre Grösse beträgt 0,01667 — 0,00893'''.

Während sich soweit das Verhältniss der Epidermiszellen wiederholt, tritt als wesentliche Differenz uns in jeder Zelle, wenn anders der chemische Eingriff ihn nicht schon zerstört hatte, ein zierlicher Kern in Form

eines granulirten, rundlichen, linsenartigen Gebildes entgegen, wie Fig. 131. *b*, *c*, *d*, *e*, die Betrachtung von oben, verglichen mit *a*, der seitlichen Ansicht, lehrt. Die Grösse des Kernes liegt zwischen 0,00333 und 0,004'''.

Anmerkung: 1) Ueber den Nagel vergl. man die treffliche Bearbeitung bei *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Abth. 2, 2te Hälfte S. 79. — 2) Artikel: »Haut« S. 124.

§ 118.

Die Nägel des Menschen zeichnen sich von der Hornschicht der Epidermis durch grössere Härte und Festigkeit aus, bieten im Uebrigen jedoch in ihrem chemischen Verhalten eine wesentliche Uebereinstimmung dar. Gleich den Schüppchen der äusseren Haut ergeben sie bei Behandlung mit Alkalien den sogenannten Hornstoff oder das Keratin (§. 112).

Analysen des Substanzgemenges menschlicher Nägel liegen mehrere vor; so von *Scherer*[1] und *Mulder*[2]).

	Scherer	*Mulder*
C	51,09	51,00
H	6,82	6,94
N	16,90	17,51
S	25,19	2,80
O		21,75

Hiernach erscheint die Schwefelmenge des Keratins der Nagelsubstanz beträchtlicher als diejenige der Epidermis, wo sie nur 0,74 % betragen soll (S. 221). Der Gehalt an Mineralbestandtheilen wurde zu 1% gefunden.

Das Gewebe der Nägel wird (gleich der Oberhaut) von den Blutgefässen des Nagelbettes und Falzes ernährt, und zeigt unter unseren gewöhnlichen Kulturverhältnissen ein beständiges, ziemlich reges Wachsthum, welches den durch die Abnutzung des freien Nagelrandes erfolgenden Massenverlust weit übertrifft. Es scheint im Uebrigen, dass dieses Wachsthum bei Menschen, welche die Nägel nicht beschneiden, wie den Chinesen, schliesslich eine Grenze erreicht, indem die gegen 2 Zoll lang gewordenen und klauenartig gekrümmten Nägel nach *Hamilton*[3]) sich nicht mehr vergrössern sollen. Indessen wird bei Kindern nach den Angaben von *E. H. Weber*[4]) zeitweise der freie Rand als halbmondförmiger Streifen abgeworfen. Ueber die Grösse des Nagelwachsthums, oder, was dasselbe bedeutet, die Lebensdauer einer verhornten Nagelzelle hat *Berthold*[5]) interessante Versuche angestellt. Die Regeneration geschieht bei Kindern schneller als im Greisenalter, während des Sommers rascher als im Winter. Ein Nagel, welcher in der warmen Jahreszeit 116 Tage zu seiner Erneuerung bedarf, erfordert im Winter deren 152. Ebenso sollen die Nägel der verschiedenen Finger, sowie gleicher Finger an der rechten und linken Hand ungleich wachsen.

Was die Art des Wachsthums betrifft, so behalten die tieferen Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes ihre Stellung, während die

Hornschicht dadurch, dass am hinteren Theile der Nagelwurzel beständig Zellen sich bilden und zu Schüppchen verhornen, über die von ihr bedeckten weichen Zellenlagen nach vorne vorgeschoben wird. Da im Uebrigen der Nagel nach vorne beträchtlich dicker als an seiner Wurzel erscheint, so verwandeln sich die oberflächlichsten Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes auf der Fläche des Nagelbettes ebenfalls zu Hornschichten, welche sich der Unterfläche der fertigen Hornmasse des Nagels anschliessen, dieselbe verstärken und mit ihr natürlich ebenfalls nach vorne vorgedrängt werden.

Wie es eine normale physiologische Regeneration des Nagels gibt, so ersetzt sich derselbe vollkommen, wenn er in abnormer Weise verloren gegangen ist, vorausgesetzt, dass das Nagelbett seine Integrität bewahrte. Hat letztere gelitten, so entsteht ein verkrüppelter Nagel.

Indem der Nagel bei seinem Wachsthume von den Gefässen seines Bettes abhängig ist, wird es begreiflich, dass manche mit Störungen des Blutumlaufs verbundene Leiden zu missgebildeten Nägeln führen können. Ebenso fallen nach *Steinrück*'s [6]) bekannten Versuchen bei Kaninchen nach der Durchschneidung des *Nervus ischiadicus* die Nägel der Extremität aus. Interessant ist eine in neuerer Zeit von *Koelliker* gemachte Beobachtung, dass bei Verdickung und Missbildung der Nägel älterer Menschen im vorderen Theile des Nagelbettes die Haargefässe durch Fettkörnchen unwegsam geworden sein können.

Was endlich das erste Auftreten des Nagels beim menschlichen Embryo betrifft, so erscheint mit dem dritten Monat des Fruchtlebens die erste Anbahnung desselben, indem die noch von den gewöhnlichen embryonalen Hautzellen bekleidete Stelle den Falz zu bilden beginnt. Dann, im vierten Monat, bemerkt man unter der embryonalen Epidermis und über dem *Rete Malpighii* des Nagelbettes eine Schicht neuer Zellen, welche die erste Andeutung der hornigen Nagellagen kommender Tage ausmachen sollen. Später häufen sich derartige Lagen übereinander, so dass die allerdings noch weiche Hornschicht eine grössere Mächtigkeit erlangt. Zu Ende des fünften Monats ist der Ueberzug einfacher Epidermoidalschüppchen über dem Nagel verschwunden und lezterer also frei zu Tage liegend. Noch beim Neugebornen kann man den zelligen Bau des eigentlichen Nagels ohne Anwendung von Reagentien erkennen. Nach dem ersten Lebensjahre sind die Nagelzellen schon wie im reifen Körper beschaffen [7]).

Anmerkung. 1) Annalen Bd. 40. S. 57. — 2) Physiologische Chemie S. 556. — 3) Bei *Henle* a. a. O. S. 274. — 4) *Hildebrandt*'s Anatomie Bd. 1. S. 195. — 5) *Müller*'s Archiv 1850. S. 156. Früher schon war dieser Gegenstand von *A. Cooper* und *Schwann* (a. a. O. S. 91) untersucht worden. — 6) *De nervorum regeneratione. Berolini* 1838. *Diss.* — 7) *Koelliker* a. a. O. S. 93 u. 94.

C. Gewebe einfacher Zellen mit reichlicher fester homogener Zwischensubstanz.

5. Das Knorpelgewebe.

§ 119.

Unter Knorpel[1]) versteht man ein durch den Körper weit verbreitetes und sehr frühzeitig erscheinendes kompaktes Gewebe von Zellen, die in einer ursprünglich homogenen Zwischensubstanz vorkommen. Das spezifische Gewicht der Knorpel ist entsprechend ihrer Festigkeit ein ansehnliches, nach den Untersuchungen von *Schübler* und *Kapff* 1150—1160 betragend[2]). Biegsamkeit und Elastizität sind bei den Knorpeln, sobald sie dünnere Massen, Platten u. dergl. herstellen, nicht unbeträchtlich, während dickere Stücke mehr spröde und brüchig erscheinen.

Nach dem Vorkommen unterscheiden die Anatomen die Knorpel in solche, welche sich an der Bildung der Gelenke betheiligen, indem sie die Gelenkenden der Knochen überziehen, Gelenkknorpel, und in solche, die zum Schutze von Höhlen dienen, indem sie die Wandungen derselben erhärten und verstärken, die membranartigen Knorpel.

Eine andere Eintheilung ergibt sich, wir möchten sagen, nach der Lebensdauer des Gewebes. Man trifft nämlich in früher Embryonalzeit in weiterer Verbreitung ein Knorpelskelet, dessen grösster Theil im normalen Entwicklungsgange schon frühzeitig verschwindet, indem er bestimmt ist, untergehend einem anderen Gewebe, nämlich der Knochensubstanz, Platz zu machen, während nur ein kleiner Theil durch das ganze Leben sich erhält. Ersterer stellt die transitorischen, letzterer die permanenten Knorpel dar[3]).

Fig. 132.



Hyaliner Knorpel.

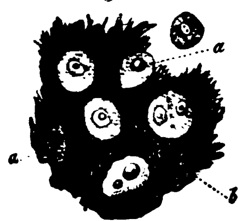
Tiefer eingreifend ist eine dritte Eintheilung, welche sich auf das histologische Gefüge des Knorpels, auf die Textur seiner Zwischensubstanz gründet. Diese, anfänglich sparsam, später reichlicher (aber in sehr ungleichem Grade) vorkommend, ist homogen, glasartig durchsichtig oder leicht getrübt, und zwar ursprüng-

lich bei allen Knorpeln. Diese glasartige Beschaffenheit kann sich das ganze Leben lang erhalten. Solche Knorpel (Fig. 132) werden **hyaline** genannt und repräsentiren das typische Knorpelgewebe. Schon das unbewaffnete Auge erkennt sie leicht, indem sie in feineren Schnitten wasserklar und durchsichtig, in grösseren dickeren Massen bläulichweiss, manchmal milchglasartig erscheinen.

Indessen das Knorpelgewebe zeigt die grösste Neigung, im Laufe der Zeiten vielfache anatomische Umwandlungen zu erfahren, welche zum grössten Theile in das Gebiet des normalen Geschehens gehören, oftmals sehr frühzeitig schon eintreten, bald lange auf sich warten lassen; zuweilen nur Stellen eines Knorpels betreffen, häufig sich über das ganze Gewebe eines solchen erstrecken. Treten sie früh und über ganze Knorpel verbreitet auf, so werden sie als besondere Modifikationen derselben beschrieben und derartige Knorpel besonders benannt.

Wichtig sind vor allen Dingen die Umänderungen der Grundsubstanz. Diese kann eine grobkörnigere Trübung erleiden, kann streifig und balkig werden oder in Fasern sehr verschiedener Formen sich verwandeln. Einmal bemerkt man nur stellenweise eine Umänderung zu parallel laufenden, steifen, in Essigsäure nicht erblassenden Fasern; dann ein Zerfallen in ein wirres Balken- oder Filzwerk dunkler elastischer Fasern oder die Grundsubstanz zerfällt endlich in die charakteristischen feinen, in Essigsäure erblassenden Fibrillen des Bindegewebes. Die beiden Veränderungen letzterer Art können wiederum nur Stellen eines Knorpels betreffen (wie z. B. des Giesbeckenknorpels, der *ligamenta intervertebralia*) oder das ganze Gebilde zeigt sie. Alsdann unterscheidet man sie mit dem Namen der **elastischen**, der **Fasernetz-** oder **Netzknorpel** (Fig. 133), sowie der **bindegewebigen** (Fig. 134) Knorpel. Theile, welche derartige Metamorphosen der Intercellularsubstanz erfahren haben, verlieren das bläulichweisse Ansehen des hyalinen Knorpels und werden ganz undurchsichtig entweder gelblich oder weiss.

Fig. 133.



Netzknorpel von der Epiglottis des Menschen.

Fig. 134.



Bindegewebiger Knorpel.

Weitere Veränderungen, welche aber nur den dem Untergange entgegeneilenden Knorpel betreffen, sind **Erweichungen der Grundmasse**, an denen auch die Zellen schliesslich Antheil nehmen; dann Einbettungen von **Kalkmolekülen** in die Zwischenmasse, um die Zellen und in das Innere der letzteren. Wir bezeichnen dieselben mit dem Namen des **Verkalkungs-** oder **Verkreidungsprozesses.**

Wie zu einer Verkreidung, aber ohne damit stets der Involution zu verfallen, zeigen uns auch viele Knorpel zu Fettinfiltrationen eine grosse Neigung, viel weniger jedoch in ihrer Grundmasse als in ihren Zellen.

Anmerkung: 1) Neben den verschiedenen Hand- und Lehrbüchern vergl. man namentlich *Bruch*, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems, im 11ten Bande der Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, und *Meyer* in *Müller*'s Archiv 1849. S. 292. — 2) Nach *Krause* (Handbuch d. Anatomie, Bd. 1. S. 81. Hannover 1841) ist das spezifische Gewicht des Hyalinknorpels 1088. — 3) Im Grunde genommen ist diese Trennung eine schlechte, da zwischen permanentem und transitorischem Knorpel keine Grenze zu ziehen ist und es sich nur um stufenweise Unterschiede handelt. So schwindet unter den transitorischen Knorpeln der des Unterkiefers schon im zweiten Monate, um dem Knochen Platz zu machen, während der Knorpel der Kniescheibe erst nach der Geburt, wie man sagt, verknöchert und die Ossifikation in dem *Os pisiforme* sogar erst nach dem 10ten Jahre aufzutreten pflegt. Ebenso lehrt die vergleichende Anatomie vielfach, dass der transitorische Knorpel gewisser Gruppen zum bleibenden bei anderen Thieren werden kann und umgekehrt. Endlich treten Neubildungen von Knochenmasse auf Kosten der Knorpelsubstanz im späteren Lebensalter an sogenannten permanenten Knorpeln häufiger auf.

§ 120.

Einen nicht minder grossen Wechsel als die Grundmasse zeigen ebenfalls die Zellen des Knorpels. Wenn sie auch in ganz jugendlichen Knorpeln anfänglich ziemlich einfache, nicht viel Auffallendes darbietende Elemente darstellen, so werden sie häufig genug durch nachträgliche Umänderungen zu höchst charakteristischen Gebilden.

Fig. 135.

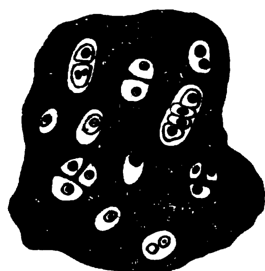


Zellen eines embryonalen transitorischen Knorpels vom Schweine.

Die ursprünglichen Knorpelzellen erscheinen rund, oval oder auch mehr keil- und halbmondförmig, manchmal stark abgeplattet. Ihre Grösse mit Ausschluss der Extreme kann auf 0,008—0,01205‴ angenommen werden. Die Zelle ist umhüllt von einer feinen einfachen, aber gegen schwache Säuren resistenten Membran, enthält einen wasserklaren, gallertartigen Inhalt und fast immer einen einfachen Kern, dessen Ausmaass 0,00333—0,005‴ beträgt und dessen Beschaffenheit ursprünglich eine bläschenförmige ist. Fig. 135, aus einem kleineren Embryo genommen, vermag uns hiervon eine Vorstellung zu gewähren.

Die Umänderungen der Zelle (Fig. 136) betreffen nun weniger die Form, welche gewöhnlich eine jener erwähnten bleibt, und nur sehr selten sternförmig werden kann (eine Bildung, die beim Menschen normal nicht vorkommt), wohl aber das Ausmaass der Zellen, welches sich vergrössert, und zuweilen in extremster Weise. Die Kerne verlieren die bläschenförmige Beschaffenheit, um entweder, glattrandig bleibend, so-

Fig. 136.

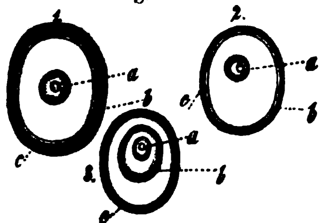


Schema eines ausgebildeten älteren Hyalinknorpels mit sehr verschiedenartigen Zellen.

lide zu werden, oder eine granulirte Beschaffenheit zu erlangen. Ebenso vermögen Fettinfiltrationen schon früh zu beginnen.

Viel wichtiger sind aber andere Veränderungen, welche gegenüber jenen mehr allgemeinen den Knorpelzellen ein sehr bezeichnendes Ansehen zu geben vermögen. Sie erfolgen besonders nach zwei Richtungen hin. Die Zelle erzeugt einmal eine sekundäre Membran, bildet um sich eine äussere Hülle, die sogenannte Knorpelkapsel. Dann tritt in derartig umkapselten Knorpelzellen ein Theilungsprozess auf, die sogenannte endogene Zellenbildung oder Zellenvermehrung.

Fig. 137.



Drei Knorpelzellen mit sekundären Zellenmembranen; *a* Kerne, *b* die primäre, *c* die sekundäre Membran (die sogenannte Knorpelkapsel). Schematische Darstellung.

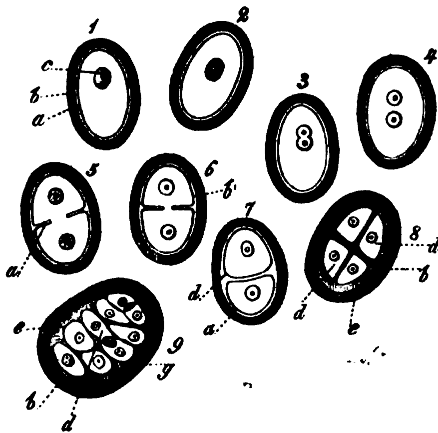
Ersterer Vorgang (Fig. 137) wurde schon früher im allgemeinen Theile (S. 127) erwähnt. Die primäre Zellenmembran liegt hierbei der Innenfläche der sekundären Hülle dicht an, so dass jene im frischen unveränderten Gewebe oft nicht bemerkt wird; wohl aber als ein Leichenphänomen, und namentlich, wenn sie durch Wasser- oder Essigsäureeinwirkung, von der Kapsel einschrumpfend, zurückgetreten ist, wobei sie manchmal ein unregelmässig sternförmiges Ansehen annimmt.

Diese Erzeugung sekundärer Hüllen ist zweifelsohne ein für die Zunahme der Knorpelgrundmasse und das Wachsthum des Gewebes nicht unwichtiger Vorgang.

Es müssen nämlich die mit Kapseln von zunehmender Mächtigkeit sich umgebenden Knorpelzellen dadurch weiter von einander gerückt werden und, wenn die sekundäre Haut mit der Zwischensubstanz verschmilzt, letztere eine Verstärkung erfahren. Indessen hüte man sich, diese Bedeutung der sekundären Hülle grösser anzunehmen, als sie in Wirklichkeit ist. Denn es sind gerade gewisse alternde, nicht mehr wachsende Knorpel, welche es zu Kapseln von bedeutenderer Mächtigkeit bringen, während im jugendlichen Gewebe die äussere Membran dünner bleibt[1]).

Nicht minder charakteristisch für das Knorpelgewebe ist die Theilung der so umhüllten Zellen (Fig. 138) oder, wie man sich hier auszudrücken pflegt, die endogene Zellenbildung. Auch dieser Vorgang wurde bereits (§ 74) geschildert, so dass auf das dort Bemerkte ebenfalls zu verweisen ist. Schon damals wurde erwähnt, dass noch nicht alle Phasen jener Theilung zur Zeit durch die Beobachtung festgestellt werden

Fig. 138.



Knorpelzellen mit sekundären Hüllen im Theilungsakte (sogenannte endogene Zellenbildung). *a* Primäre Zellenmembran; *b* sekundäre Hülle: *c* Kern; *d* endogene Zellen; *e* nachträgliche Absonderungen an der Aussenfläche der letzteren; *g* äussere Lage der sekundären Hülle, welche mit der Zwischensubstanz verschmilzt. Schematische Darstellung.

konnten. So harrt namentlich die Einschnürung der primären Zellenhaut (5) noch des thatsächlichen Nachweises.

Wie wir früher sahen, können zwei (7), vier (8), aber auch ganze Generationen sogenannter Tochterzellen (9) im Innern der Kapsel liegen. In den Rippenknorpeln älterer Individuen hat man die schönste Gelegenheit, stellenweise solchen sehr vergrösserten, 0,05 — 0,1‴ erreichenden Knorpelkapseln oder sogenannten Mutterzellen zu begegnen, welche förmliche Schaaren von Tochterzellen umschliessen.

Jene Abscheidung der sekundären Hülle vermag sich an den getheilten oder Tochterzellen zu wiederholen (8. 9) und diese können, nachdem die Mutterkapsel mit der Grundmasse verschmolzen ist, frei in das Gewebe zu liegen kommen, um wahrscheinlicherweise denselben Theilungsprozess in späteren Tagen zu wiederholen. Der Knorpel wird somit reicher an Zellen und die endogene Vermehrung für das Gewebe von Wichtigkeit ausfallen müssen. In dieser Weise erklärt es sich, dass heranwachsende Knorpel, bei welchen keinerlei Urzeugung von Zellen zu entdecken ist, allmählich eine immer grössere Zahl der Knorpelzellen erlangen[2]). Und in der That begegnet man bei der Durchmusterung von Knorpelgewebe häufig Zellen, welche noch dicht gegen einander gedrängt und an den Berührungsflächen abgeflacht erscheinen (Fig. 136), deren theilweise Abstammung in der eben angedeuteten Weise wenigstens höchst wahrscheinlich ist.

Im Uebrigen tritt gerade an manchen dem Untergange zutreibenden Knorpelmassen, wo ein regerer Wechsel des Gewebes sich wiederum einstellt, die sogenannte endogene Zellenbildung bei oftmals verhältnissmässig recht dünnen sekundären Membranen in ausgedehnter Weise auf. Es ist dieses namentlich der Fall, wenn beim Fötus auf Kosten und unter Erweichung des Knorpels Knochengewebe entsteht[3]). Alsdann aber nehmen die Tochterzellen, und mehr noch die Nachkömmlinge derselben, vielfach andere Gestaltungen an, so dass sie schliesslich zu Generationen r u n d e r, g r a n u l i r t e r B i l d u n g s z e l l e n werden, welche bestimmt sind, in sehr differenter Weise zu neuen Formelementen, Knochenzellen, Fett- und Bindegewebszellen, Blutgefässen u. s. w. sich zu verwandeln.

Man bezeichnet jene Bildungszellen, denen wir beim Knochen eine ausgedehntere Besprechung zu widmen haben, mit dem Namen der Knorpelmarkzellen oder auch der Markzellen schlechtweg.

Anmerkung: 1) Man hat in neuerer Zeit, aber mit dem grössten Unrecht, obigen Vorgang und die Existenz der Knorpelkapseln überhaupt ganz in Abrede stellen und für eine optische Täuschung erklären wollen. Es ist dieses von *Bergmann* (*Disquisitiones microscopicae de cartilaginibus, in specie hyalinicis. Mitaviae et Lipsiae* 1850. *Diss.*) und zum Theil auch von *Bruch* (a. a. O. S. 32 u. 82) geschehen. Ebenso bemühte man sich, in der sogenannten Knorpelkapsel eine nicht von der Zelle, sondern von der Grundmasse gelieferte und jener nur aufgelagerte Bildung zu erblicken. Vergl. *Leydig* (Histologie, S. 34) und *Freund* (Beiträge zur Histologie der Rippenknorpel. Breslau 1858. S. 9). Auf der anderen Seite geht aber auch die Annahme entschieden viel zu weit, wonach die ganze Grundmasse des Knorpels nur von derartig zusammengeflossenen sekundären Hüllen abzuleiten wäre. Man s. *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852. S. 63). — 2) So besitzt nach *Harting* (*Recherches micrométriques* S. 77) der Knorpel der zweiten Rippe beim neugeborenen Kinde 3—4 mal so viele Zellen als beim viermonatlichen Fötus. — 3) Wie man die sekundären Hüllen der Knorpelzellen in Abrede stellte, bemühte man sich auch, die Theilung jener gänzlich zu läugnen, indem hier Täuschungen, ein Durchschimmern von Zellen anderer Schichten u. s. w. oder eine Schmelzung der Grundsubstanz stattfinden sollte, vermöge deren benachbarte Zellen in neu entstandene Hohlräume frei hineingeriethen und hier zusammengedrängt das Bild von Tochterzellen gewährten. Vergl. *Bruch*, *Brandt* (*Disquisitiones de ossificationis processu. Dorpati* 1852. *Diss.*), *Freund* (a. a. O. S. 16). Letzteres mag hier und da vorkommen, kann gewiss aber nicht als Regel gelten. — Man wird übrigens dabei an eine Angabe *Harting*'s erinnert, wonach der von ihm durchmusterte Knorpel der zweiten Rippe beim erwachsenen Menschen nur die halbe Zahl der Zellen wie beim Neugeborenen besitzen soll. Ob aber hier kein Irrthum stattfand?

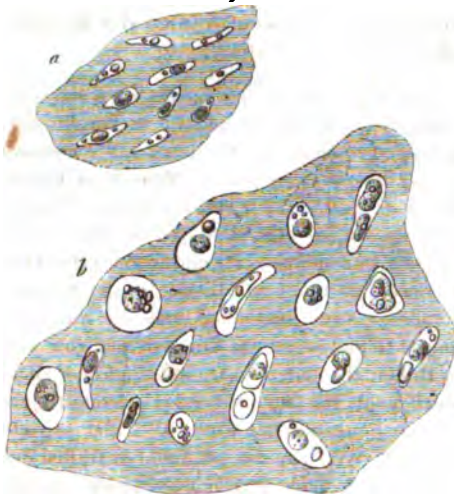
§ 121.

Die Natur des Knorpels bringt es mit sich, dass wir bei Untersuchung des reifen oder alternden Körpers auf eine Reihe von Umwandlungen unseres Gewebes stossen, welche bei einem selteneren Vorkommen in anderen Theilen als pathologische Ereignisse angesehen zu werden pflegen, hier aber dem Bereiche des normalen Geschehens grössten Theils anheimfallen und desshalb noch eine Erörterung erfordern.

Jene Umänderungen, welche Zelle und Grundsubstanz in verschiedener Weise betreffen können, sind namentlich drei, die Fettinfiltration, die Verkreidung und die Erweichung (§ 77). Sie befallen besonders die hyaline Knorpelmasse.

Die Fetteinlagerung kann, so z. B. in menschlichen Rippenknorpeln (Fig. 139. *a. b*), schon beim Neugeborenen beginnen. Man bemerkt zuerst einzelne, sehr kleine Fetttröpfchen, welche entweder getrennt in der Zellenhöhle liegen oder um den Nucleus herum sich gruppiren. Indem dieselben allmählich zahlreicher werden, fliessen sie zu grösseren Tropfen zusammen, welche entweder neben dem Kerne im

Fig. 139.

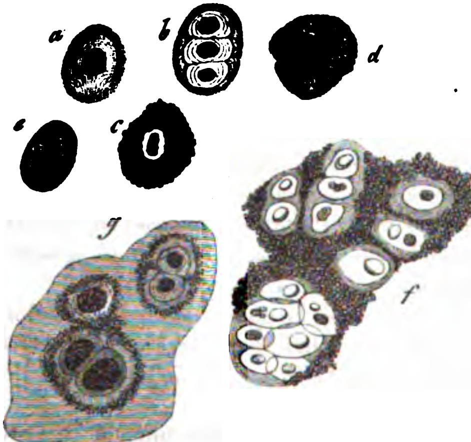


Rippenknorpel des Neugebornen im Querschnitte; *a* ein Stück des peripherischen Theils; *b* aus dem Innern.

Hohlraume der Zelle ordnungslos herumliegen oder, was häufiger der Fall ist, den Kern so umhüllen, dass er selbst ohne Anwendung der Reagentien nicht zu bemerken ist. So konnte denn die Ansicht früherer Forscher entstehen, dass der Nucleus selbst in ein Fetttröpfchen umgewandelt sei. (Doch kommt Fett in Gestalt kleiner Kügelchen zuweilen wirklich im Innern des Kernes vor.) Bei hohen Graden des Prozesses vermag beinahe die ganze Zellenhöhle von einer einzigen grossen Fettkugel oder einem Haufen kleinerer Tröpfchen erfüllt zu werden. Im elastischen Knorpel tritt beim Menschen der Vorgang seltener auf.

Die Verkreidung oder Verkalkung des Knorpelgewebes ist wesentlich von der wahren Verknöcherung, d. h. der Bildung ächter, von strahligen Zellen durchzogener Knochensubstanz verschieden, obgleich beiderlei Prozesse bis vor Kurzem vermengt worden sind.

Fig. 140.



Verkalkter Knorpel mehr schematisch gehalten. *a* Eine dickwandige Kapsel mit geschrumpftem Inhalte; *b* mit Tochterzellen; *c* mit sehr dicker Wand; *d* eine stark verkalkte; *e* eine verkalkende dünnwandige Zelle; *f* ein Stückchen Knorpel mit Kalkmolekülen zwischen und um die Zellen; *g* ein solches, wo die Kalkkörner die Zellen mehr umgeben.

Gegenwärtig weiss man, dass der Knorpel niemals zu Knochengewebe wird, dass er vielmehr verkalkt an das Ende seiner Laufbahn gelangt ist und nicht mehr wächst oder sich sonst weiter bildet. In dieser Gestalt vermag er sich entweder noch kürzere oder längere Zeit zu erhalten — oder, was das häufigere Geschick, er erfährt eine baldige Auflösung, um der hereinbrechenden Neubildung des Knochengewebes Platz zu machen.

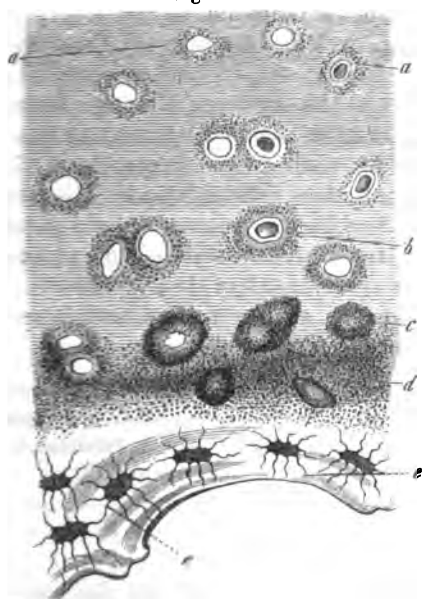
Es ist ein Verdienst von

Bruch[1]), namentlich aber von *H. Müller*[2]), hier zuerst das Richtige ausgesprochen zu haben. Die Knorpelverkalkung (Fig. 140) betrifft zunächst bald mehr die Zellen (*a*—*e*), bald mehr die Grundmasse (*f*). Später zeigen sich beide Theile vielfach davon ergriffen oder der Vorgang beschränkt sich auch dann noch wesentlich auf die Intercellularsubstanz.

Der Prozess besteht in einer Einbettung von entweder feinkörnigen oder, was seltener, gröberen Krümeln und Molekülen der Kalksalze. Das Gewebe wird hierdurch mehr und mehr undurchsichtig, zuletzt in höchstem Grade. Doch vermögen nachträglich die bis dahin getrennten Kalkmoleküle sich zu berühren und zu einer mehr homogenen Masse wiederum zusammen zu treten.

Was die Knorpelzellen angeht, so können solche mit verdickter Kapsel wie mit dünner, sekundärer Hülle die Einbettung des Kalksalzes erfahren. Dünnwandigere Zellen zeigen die Kalkmoleküle entweder mehr an der Innenseite der Hülle oder auch wohl in der Zellenhöhle (*e*). Kommt eine stärkere Kapsel vor (*a. b. c*), so imprägnirt sich diese mit Kalksalzen, wobei die eigentliche Zelle gewöhnlich weich bleibt. Wenn Tochterzellen vorhanden sind (*g* nach oben), so bemerkt man neben der Verkreidung der Mutterkapsel auch die sekundären Hüllen der ersteren häufig mit Kalksalzen erfüllt.

Fig. 141.



Symphysenknorpel einer hundertjährigen Frau in der Verkalkung (nach *Bruch*); *a* Knorpelzellen von Kalkmolekülen spärlicher umlagert; *b. c d* stärkere Einlagerung in die Grundmasse und um die Zellen; *e* Knochengewebe.

Wo die Einlagerung zunächst in die Grundsubstanz erfolgt, finden sich namentlich anfangs die Kalkkörner gruppenweise um die Zellen herum vor (Fig. 140. *g* nach unten und 141. *a*). Später nimmt ihre Menge auch in der übrigen Grundsubstanz mehr und mehr zu (Fig. 141. *b. c. d*) und zuletzt kann in letzterer Molekül an Molekül in dichtester Anhäufung auftreten (Fig. 140. *f*).

Die Verkreidung des Knorpelgewebes kommt einmal in grösster Ausdehnung in der embryonalen und frühesten Lebenszeit, bei der fälschlich sogenannten Verknöcherung des Knorpels vor. Der verkreidete Knorpel fällt hier baldiger Einschmelzung anheim.

Andererseits tritt am sogenannten permanenten Knorpel in späterer Lebensepoche nachträglich derselbe Vorgang als eine gewöhnliche Er-

scheinung auf; so in denjenigen der Rippen und des Kehlkopfs. Verkalkte Knorpelmassen der letzteren Art können stellenweise dieselbe Auflösung erfahren und in den so entstandenen Lücken eine Neubildung von Knochengewebe darbieten; sie können aber auch, und dies bildet das häufigere Verhältniss, sich in dieser Gestalt bis zum Ende des Lebens forterhalten.

Es sind nicht allein hyaline und streifige Knorpel, welche die Verkreidung erfahren. Sie tritt auch, obgleich viel seltener, am Netzknorpel ein.

Die Erweichung der Knorpelmasse endlich, der letzte dieser Umwandlungsprozesse, befällt neben dem verkalkten auch das weiche, noch unveränderte Gewebe.

In letzterem tritt sie einmal mit grosser Verbreitung an den knorplig vorgebildeten Skeletstücken während der Fötalperiode und der frühesten Lebenszeit überhaupt auf, kommt aber ebenfalls im alternden permanenten Knorpel, wenngleich nicht als eine regelmässige Erscheinung, vor. Zuerst erfährt an einzelnen Stellen die Grundmasse des Knorpelgewebes eine gallertartige Erweichung, welche in weiterem Fortgange auch die hier gelegenen Kapselwände ergreift, so dass eine Höhlung sich bildet, in die die Knorpelzellen oder ihre Abkömmlinge hineingerathen. Indem dieser Schmelzungsprozess weiter geht, können kanalartige Höhlen die Folge sein, welche sich entweder nach aussen gegen das Perichondrium zu öffnen vermögen oder mit den gefässführenden Gängen darunter befindlicher Knochenmasse in Verbindung treten und bald selbst in ihrem Innern Blutgefässe erkennen lassen. Als Ausfüllungsmasse dieser Knorpelkanäle gewahren wir die Korpelmarkzellen (§ 120).

Ganz ähnlich im Uebrigen verhält sich auch der Einschmelzungsprozess eines vorher verkreideten Knorpelgewebes.

Anmerkung: 1) a. a. O. S. 54. — 2) *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 9. S. 147. Man vergl. auch *Baur*, die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen 1858. Die so verdienstliche frühere Arbeit von *Meyer* krankt an dem Uebelstande, verkalkte Knorpelzellen und Knochenkörperchen als identisch anzusehen.

§ 122.

Was nun das Vorkommen der verschiedenen Varietäten des Knorpels betrifft, so zeigt uns der menschliche Körper Folgendes[1]:

Hyaline Knorpelsubstanz, welche allerdings vielfach von gewissen Zeiten an streckenweise faserig, erweicht und verkreidet getroffen wird, besitzen einmal beim Fötus die knorpligen Vorbildungen des Skelets, d. h. die sämmtlichen Theile der Wirbelsäule, des Brustkorbes (mit Ausnahme der Clavicula), des Schulter- und Beckengürtels, der Extremitäten, sowie vieler Kopfknochen. Beim Erwachsenen erhält sich diese Beschaffenheit hyaliner Masse an den die Enden der Knochen überziehenden Gelenkknorpeln (mit einziger Ausnahme des Kiefergelenks), an den Knorpeln der Nase, den grösseren Knorpeln des Larynx (nämlich

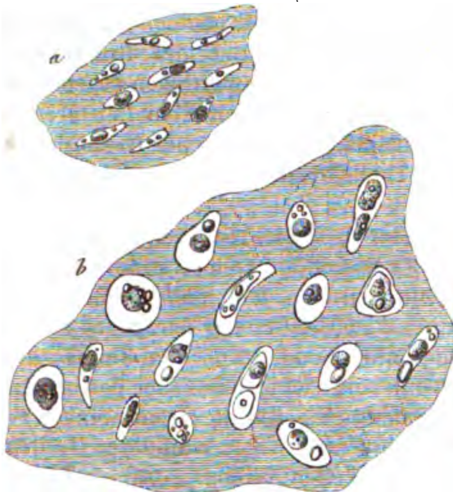
dem Schild- und Ringknorpel, aber nur theilweise an der *C. arythenoidea*); dann an den Halbringen der Trachea und Bronchien; ferner an den Rippenknorpeln, dem schwertförmigen Fortsatze des Brustbeins. Endlich sehen wir bei Symphysen, ebenso den gleichwerthigen sogenannten *Ligamenta intervertebralia* eine den Knochen unmittelbar berührende dünne Schicht aus ächter Knorpelsubstanz mit homogener Grundmasse bestehen. Aus der Menge derartiger Theile verdienen einige eine nähere Besprechung.

Die knorpligen Vorbildungen des Skelets zeigen ganz anfänglich dicht gedrängt neben einander stehende, kleine, rundliche Zellen mit bläschenförmigen Kernen, dünnen Hüllen, fehlenden Tochterzellen und einer sparsamen, weichen Grundmasse. Hat später derartiger Knorpel seine Reife erlangt, um der hereinbrechenden Knochenbildung zum Opfer zu fallen, so ist die Zwischensubstanz viel ansehnlicher geworden, die Zellen haben sich vergrössert, namentlich gegen die Grenze eingetretener Verkalkung und Ossifikation, ohne dass ihre sekundären Hüllen dick zu nennen sind, und der endogene Zellenbildungsprozess hat hier eine starke Vermehrung ihrer Zahl herbeigeführt. Diese entstandenen Tochterzellen sind, wie man sagt, frei geworden, indem die Mutterkapsel mit der Grundmasse (welche streifig, faserig oder homogen erscheint) verschmolzen ist. Sie liegen alsdann entweder, wie es beispielsweise im Mittelstück eines werdenden Röhrenknochen gegen die ossifizirten Stellen hin der Fall ist, in Längsreihen hinter einander, häufig queroval abgeplattet, oder sie erscheinen in unregelmässigen Gruppen (Epiphysen, kurze Knochen). Dabei ist jetzt der Knorpel gefässführend.

Die Gelenkknorpel bilden dünne Ueberzüge der Gelenkenden der Knochen. Indem dieselben an ihrer Unterfläche fest mit dem Knochen verwachsen sind, stellen sie die der Verknöcherung nicht anheimgefallenen Enden der ursprünglichen Knorpelanlage dar. Ihre oberflächlichen, in der Gelenkhöhle frei zu Tage liegenden Partien zeigen uns kleine, 0,005—0,008''' messende, aber stark abgeflachte Knorpelzellen, welche dicht neben und über einander liegen, so dass sie in senkrechten Schnitten an ein geschichtetes Plattenepithelium erinnern können. Weiter abwärts in die Tiefe hin bemerkt man in wachsender Grundsubstanz die Zellen weiter auseinander gerückt. Sie verlieren hierbei jene flache Beschaffenheit, um höher und auch grösser zu werden, von 0,00699—0,0125''' und mehr mit Kernen von 0,00289—0,004'''. Anfänglich liegen sie ohne Ordnung haufenweise neben und durcheinander, während sie noch mehr in der Tiefe gegen den Knochen hin in senkrecht auf dessen Oberfläche stehenden Längsreihen sich gruppiren. So konnte der Gelenkknorpel den älteren Beobachtern wie aus faserigen Stücken zusammengesetzt erscheinen. Den Beschluss machen endlich Lagen verkreideter Zellen. In den grösseren Zellen des Gelenkknorpels sind Tochterzellen häufig, während Fett einen verhältnissmässig selteneren Inhalt bildet.

Die Rippenknorpel[2]) wurden vielfach von den Histologen als

Fig. 142.



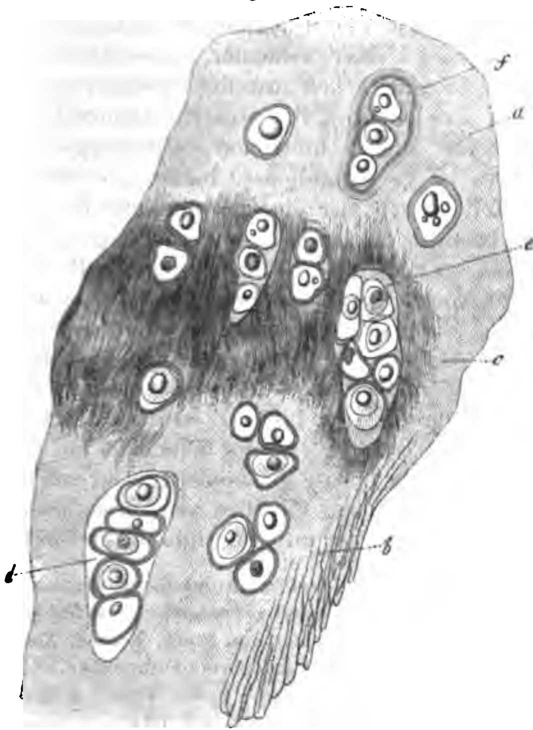
Rippenknorpel des Neugeborenen im Querschnitte; *a* äusserer, *b* innerer Theil.

Vorbilder des Hyalinknorpels geschildert, allein bei ihren manchfachen Umänderungen nicht mit Recht. Beim neugebornen Kinde (Fig. 142) erscheinen sie mit einem weisslichen, an dünnen Schnitten ganz homogenen Ansehen, ohne Spur jeder Faserbildung. Dicht unterhalb des Perichondriums, (*a*) der Aussenfläche concentrisch liegen Lagen schmaler spaltförmiger Zellen mit zarter Membran und bläschenförmigen Kernen von etwa 0,0025'''. Die Länge dieser Zellen beträgt 0,00420, häufiger 0,005 — 0,00662'''. Ihr Inhalt ist entweder vollkommen wasserhell oder höchstens ein oder ein paar sehr kleiner Fetttröpfchen von 0,0008''' und weniger führend. Mehr nach innen trifft man eine Menge meist schmalerer, ovaler, nierenförmiger, keilartiger Zellen, welche in allen Richtungen unregelmässig gegeneinander stehen. In den centralen Partieen des Rippenknorpels (*b*) begegnet man den grössten und breitesten Zellen, zum Theil von ovoider oder kugliger Gestalt und einem Ausmaasse von 0,00752—0,0125'''. Die sekundären Hüllen bleiben noch zart und man entdeckt höchstens einmal innerhalb letzterer zwei sogenannte Tochterzellen. — Interessant ist es, die allmähliche Vermehrung des fettigen Inhaltes und namentlich die beginnende Umhüllung mancher Kerne durch kleine Tröpfchen zu verfolgen.

Untersucht man den gleichen Knorpel eines Erwachsenen oder älteren Subjektes (Fig. 143), so bemerkt man, und zwar ursprünglich mehr in den inneren Theilen, einzelne weissgelbliche oder auch weisse Stellen von seide- und asbestähnlichem Glanze mitten in der mehr durchsichtigen gewöhnlichen Grundmasse (*a*). Bei mikroskopischer Untersuchung ist hier das Gewebe faserig (*c*), und zwar in sehr regelmässiger Weise, geworden, indem bräunliche, steife, parallel nebeneinander laufende, in die benachbarte Grundmasse sich verlierende Faserzüge vorkommen, welche in Essigsäure nicht erblassen. Manche Lokalitäten der Intercellularsubstanz erscheinen körnig getrübt, andere rissig oder balkig zerklüftet (*b*).

Am Querschnitte trifft man auch hier noch dicht unter der Oberfläche die schmalen, platten Knorpelzellen, und zwar in mehrfachen Lagen ohne dickere Kapseln und sogenannte Tochterzellen. Sie laufen in alter Weise mit ihren Längsachsen der Begrenzung des Knorpels parallel.

Fig. 143.



Rippenknorpel eines älteren Mannes im Querschnitte. Bei *a* homogene Grundsubstanz, welche bei *b* balkenförmig und bei *c* faserig zerfallen ist, mit den Knorpelzellen, die meistens verdickte, sekundäre Hüllen zeigen; bei *d* und *e* zwei grosse Mutterzellen mit dünner Kapsel und zahlreichen Tochterzellen; bei *f* eine andere, wo die Kapselwand stark verdickt ist.

Mehr nach der Tiefe hin bekommen die im Allgemeinen noch wenig breiten Zellen eine unregelmässige Stellung, um dann breiter und grösser zu werden, so dass man gegen das Centrum hin auf Knorpelzellen von 0,0333 — 0,05''' und mehr stösst, wobei entweder die Stellung unregelmässig bleibt oder eine mehr radienartige Gruppirung bemerkt wird. Tochterzellen finden sich hier schon zahlreicher (*d. e. f*).

Ganz ausserordentlich grosse Zellen jedoch von 0,00667 — 0,1''' kommen in den faserig gewordenen Stellen vor, von rundlicher, ovaler oder länglicher Form mit ganzen Schaaren endogener Zellen, mit 20, 25 bis 30 derselben; ja, wie *Donders* einmal sah, bis zu 60.

Die sekundären Zellenhüllen sind mit Ausnahme der peripherischen Zellen in der Regel stark entwickelt (*f*), bald nach aussen deutlich abgegrenzt, bald in die Grundmasse sich mehr verlierend; doch können sie auch mit dieser verschmolzen (*d*) oder in der Faserung untergegangen sein (*e*).

Auffallend ist noch die bedeutende Menge Fettes, welche durch die schon mit der Geburt beginnende Einlagerung allmählich sich angehäuft hat. In der Zellenhöhle einer jeden Knorpelzelle, mit Ausnahme der ganz peripherisch gelagerten, findet man grössere oder kleinere Fetttropfen, die namentlich häufig den Kern zusammenfliessend umhüllen, so dass an seiner Stelle scheinbar ein Fetttropfen bemerkt wird. Schmelzungsprozesse, Verkreidungen der Knorpelmasse, ebenso beginnende Knochenbildung sind an den Rippenknorpeln älterer Menschen gewöhnliche Erscheinungen.

Was die hyalinen Knorpel des Larynx betrifft, so bemerkt man an den grösseren, nämlich dem Schild- und Ringknorpel, unterhalb des Perichondriums abermals Schichten kleiner, schmaler, abgeplatteter Zellen in homogener, nach der Stellung der Zellen zuweilen streifiger Grundsubstanz. Die inneren Lagen werden dann von grossen schönen Knorpelzellen mit verdickten Wänden und Tochterzellen enthaltend eingenommen. Bei älteren Körpern ist die Grundmasse balkig oder faserig und Fetteinlagerung in die Zellen auch hier eine gewöhnliche Erscheinung[3]). Zwischen beiderlei Partieen liegt dann eine dünne Lage grosser Zellen, deren Intercellularsubstanz körnig getrübt erscheint (*Rheiner*). Verkreideten Stellen mit feinkörniger Kalkmasse begegnet man bei älteren Individuen ganz allgemein; ebenso kommt wahre Knochenmasse vor.

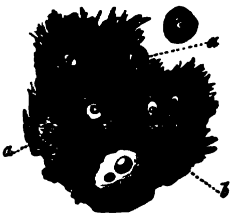
Mit den beiden Knorpeln stimmen in ihrer Textur die knorpligen Halbringe der Trachea wesentlich überein. — Interessant aber, weil einen Uebergang zu den elastischen Knorpeln bildend, ist das Gefüge der *Cart. arythenoidea*, indem deren *processus vocalis* und manchmal auch die Spitze eine Grundsubstanz elastischer Fasern bekommen, während der übrige Theil hyalin bleibt. Die elastischen Fibrillen des *proc. vocalis* setzen sich in die gleichen Faserelemente der unteren Stimmbänder fort.

Anmerkung: 1) Die einzelnen Knorpel bieten schon durch die Säugethierklasse manchfache Differenzen dar. Ueber das Komparativ-Anatomische ist auf Leydig's Lehrbuch zu verweisen. — 2) Vergl. die Arbeiten von *Bruch, Freund, Koelliker, Donders* (Holländische Beiträge S. 260). — 3) Ganz enorme Fettmengen zeigen die Kehlkopfs- und Trachealknorpel mancher Säugethiere, so der Nager, z. B. der Maus. Hier liegen die Zellen ungemein dicht nebeneinander, und indem ein grosser Fetttropfen ihren Hohlraum zu erfüllen pflegt, entsteht täuschend das Bild eines höchst zierlichen Fettgewebes. Ueber die Kehlkopfknorpel vergl. man im Uebrigen die Arbeit von *Rheiner* (Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. Würzburg 1852. Diss.).

§ 123.

Die elastischen, Fasernetz- oder auch Netzknorpel[1]) (Fig. 144), welche sich durch eine mehr gelbliche Färbung und einen hohen Grad von Undurchsichtigkeit auszeichnen, gehen aus hyaliner Knorpelmasse des fötalen Körpers hervor, so dass das Auftreten ihrer elastischen Faserung an die Bildung der chondringebenden Fasern hyaliner Knorpelmasse erinnert, aber als ein Vorgang bezeichnet werden muss, welcher der frühen Lebenszeit anheimfällt, während die Bildung der Chondrinfasern eine Erscheinung der späteren Periode ist. In der Grundmasse derselben erhält sich häufig, besonders bei jungen Körpern, stellenweise die homogene Beschaffenheit, namentlich um einen Theil der Knorpelzellen herum. Die Fasern erscheinen dunkel, unregelmässig geändert, mit einem sehr verworrenen, filz- oder netzartigen Verlaufe. Wo die Faserung sehr ausgesprochen ist, können die Zellen in einem hohen Grade von jener verdeckt werden, wie z. B. in dem Ohrknorpel des Menschen.

Fig. 144.



Fasernetzknorpel der menschlichen Epiglottis.

Ebenso ist die Menge dieser gefaserten Intercellularsubstanz zu den Zellen einem bedeutenden Wechsel unterworfen, so dass die Zellen nur durch schmale Brücken derselben isolirt oder umgekehrt durch grössere Räume getrennt sein können[2]. Die Fasern selbst sind die der elastischen Formation und mit der charakteristischen Unveränderlichkeit gegen Reagentien. Sie entstehen aus einer unmittelbaren Umwandlung des homogenen Blastems ohne die Hülfe von Zellen, wie sich auch schon daraus ergibt, dass im Giessbeckenknorpel des Menschen die homogene Grundsubstanz unmittelbar in die faserige übergeht.

Die Zellen des Netzknorpels, in Grösse und Form sehr wechselnd, lassen sich leichter isoliren als beim hyalinen Gewebe. Sie liegen in der Regel ohne bestimmte Ordnung; doch findet man am Kehldeckel peripherisch kleine, schmale Zellen, ähnlich wie bei bleibenden Hyalinknorpeln. Die Zellen des Netzknorpels zeichnen sich durch weniger deutliche sekundäre Hüllen und eine viel geringere Neigung zur Bildung von Tochterzellen aus. Die Kerne, entweder mehr glatt und dann mit Kernkörperchen versehen oder mehr granulirt, kommen desshalb in der Regel nur einfach, seltener zu zwei in einer Zelle vor. Fett in der Zellenhöhle oder um den Kern herum kann auch hier getroffen werden.

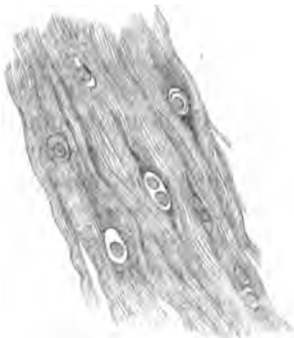
Man rechnet im menschlichen Organismus hierher mit einer durchaus festen netzartigen Zwischenmasse gewisse Knorpel des Respirationsapparates, nämlich die Epiglottis, die *Santorini*'schen und *Wrisberg*'schen Knorpelchen, die *Eustachi*sche Röhre und den Ohrknorpel. Ferner zählen mit einem theilweise faserigen Blasteme noch dahin die *C. arythenoidea* und die Zwischenwirbelbänder.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Arbeiten von *Henle*, *Koelliker*, *Bruch*, *Donders* etc. — 2) So liegen im Ohrknorpel des Kaninchens die Zellen dicht nebeneinander, zeigen grosse Fetttropfen und die hyaline Grundmasse ist wenig faserig.

§ 124.

Wir haben endlich als einer dritten Erscheinungsform unseres Gewebes noch der bindegewebigen oder, wie man sie weniger passend auch genannt hat, der Faserknorpel[1] zu gedenken. Dieselben können als ein Hyalinknorpel aufgefasst werden, dessen reichliche Grundsubstanz in die Faserbündel des Bindegewebes zerfallen ist oder als ein festes Bindegewebe, in dessen Lücken Knorpelzellen eingesprengt sind. Mit dem Bindegewebe bemerkt man hier wie anderwärts Zumischungen elastischer Fasern und Röhren, sowie der Bildungszellen der letzteren, der sogenannten Bindegewebekörperchen (Fig. 86). Zwischen diesen Bil-

Fig. 145.



Bindegewebige Knorpelmasse aus einem *Ligamentum intervertebrale* des Menschen; halbschematisch.

dungszellen und manchen Knorpelzellen kommen Uebergänge vor, so dass der bindegewebige Knorpel, besonders da, wo er an Zellen sehr verarmt, ohne Grenze in gewöhnliches Bindegewebe sich verliert. Sein Verhältniss nach der anderen Seite hin, als ein Knorpel mit einer bindegewebigen Grundsubstanz, tritt uns namentlich an den Zwischenwirbelbändern deutlich entgegen, wo neben Stellen mit hyaliner Substanz andere gefunden werden, deren Grundmasse undeutlich faserig ist, und letztere in evident bindegewebige Zwischensubstanz sich fortsetzen.

Die bindegewebigen Knorpel, welche besonders bei dem Aufbau von Gelenken benutzt werden, zeigen dem unbewaffneten Auge ein weisses, manchmal leicht in das Gelbliche tingirtes Ansehen, ein bald festeres, bald weicheres Gefüge und sind etwas dehnbarer als gewöhnliche Knorpelmasse.

Bei mikroskopischer Untersuchung findet man statt der homogenen Grundmasse des Hyalinknorpels Bindegewebe, bald mit undeutlicherer, bald mit schärferer Faserbildung. Die Bündel pflegen sich entweder in allen Richtungen wirr zu durchkreuzen oder es tritt ein bestimmter Verlauf uns entgegen. Durch die Anwendung der Essigsäure hellt sich die bindegewebige Masse hier wie anderwärts auf und die Zumischungen elastischer Fasern und Röhren treten hervor, ebenso die Bildungszellen der letzteren, die sogenannten Bindegewebekörperchen. Was die Knorpelzellen angeht, so ist deren Menge im Allgemeinen eine geringe, vielfach sogar eine nur sehr unbedeutende, so dass sie aufgesucht sein wollen. Die Grösse der Zellen ist eine unbeträchtlichere, die ganze Beschaffenheit einfach, indem die Zellenmembran wenig dick und der Kern in der Regel nur einfach erscheint. Zellen mit zwei Kernen sind selten: solche mit Tochterzellen scheinen gar nicht vorzukommen. Ebenso ist die Fettinfiltration, jene bei anderen Formen des Knorpels so gewöhnliche Erscheinung, hier ein selteneres Vorkommniss. Die Lagerung der Zellen ist eine verschiedene. Entweder liegen sie ohne Ordnung vereinzelt oder auch in kleinen Gruppen zusammengedrängt, oder sie stehen reihenweise hintereinander. Letztere Anordnung fällt mit einem längslaufenden Bindegewebe zusammen.

Die bindegewebigen Knorpel besitzen Gefässe, aber nur in sehr geringer Anzahl. Ueber Nerven derselben weiss man zur Zeit noch nichts.

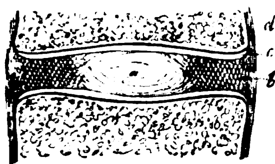
Es gehören hierher die Knorpel der Augenlider, von welchen der des oberen Lides noch zahlreichere Knorpelzellen enthält, während der-

jenige des unteren an solchen arm zu sein pflegt (*Gerlach*); ferner die *C. triticeae* des Larynx, die jedoch auch hyalinen Knorpel darstellen können (*Rheiner*); dann die *C. interarticulares*, sowie die sogenannten *labra cartilaginea* gewisser Gelenke und die Sehnenknorpelchen, wie sie in manchen Sehnen eingebettet sind. Ueberhaupt bringt es der gemischte Charakter des bindegewebigen Knorpels mit sich, dass rein bindegewebige Theile stellenweise durch Einbettung von Knorpelzellen zu der betreffenden Varietät unseres Gewebes sich verwandeln können, so Endtheile von Sehnen, wo sie sich an Knochen setzen; ebenso manche Partieen von Sehnenscheiden (*Koelliker*).

Endlich erscheint bindegewebiger Knorpel, und zwar aus hyalinem kontinuirlich hervorgehend, in den Symphysen und sogenannten Halbgelenken, wie sie durch centrale Verflüssigung ursprünglich solider Verbindungsmassen von Knochen entstehen (*Luschka*[2]).

Von diesen bedürfen die vielfach untersuchten Symphysen der Wirbelkörper, die sogenannten *Ligamenta intervertebralia*, über welche namentlich *Luschka*[3]) werthvolle Aufschlüsse gegeben hat, einer Besprechung.

Fig. 146.



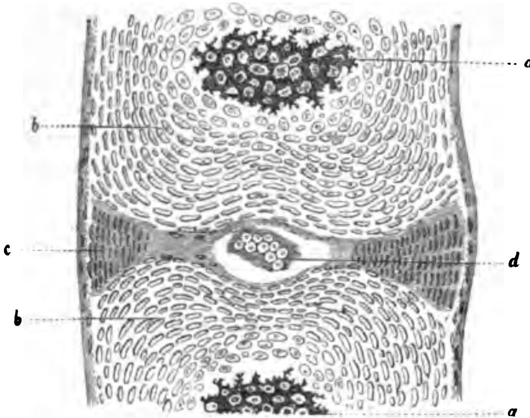
Die Wirbelsymphyse senkrecht durchschnitten. Bei *a* der Gallertkern; bei *b* der Faserring; *c* der knorplige Ueberzug des Wirbelkörpers und *d* das Periost (schematische Zeichnung nach *Meyer*).

Sie erscheinen (Fig. 146) als feste Verbindungsmassen der Wirbelkörper, indem sie (wenigstens in ihren peripherischen Theilen) kontinuirlich aus einer, die Knochenfläche bekleidenden Lage von Hyalinknorpel (*c*) hervorgehen und bestehen äusserlich aus dem sogenannten Faserring (*b*), d. h. aus concentrischen Lagen senkrecht und schief sich durchkreuzenden Fasergewebes, welches bald mehr den Charakter von einfachem Bindegewebe, bald mehr denjenigen eines elastischen und bindegewebigen Knorpels führt, und einem inneren Theile, der gallertartig weich bleibt und oftmals eine Höhlung enthält, dem sogenannten Gallertkern (*a*). (Letzterer wird beim Erwachsenen aus zottenförmigen Fortsätzen des peripherischen bindegewebigen Knorpels gebildet, welche dicht gegeneinander gedrängt liegen und in der Mitte eine mit Gallertmasse erfüllte Höhle zwischen sich lassen.)

Während im Greisenalter der Gallertkern durch zunehmende Festigkeit sich dem Faserring nähert, bietet er beim Fötus und Neugeborenen ganz andere interessante Texturverhältnisse dar.

Hier (Fig. 147), in der früheren Embryonalzeit, tritt die Herkunft des Gallertkerns in überraschender Weise hervor. Er entsteht nämlich aus der Wucherung von Resten eines ganz anfänglich vorhandenen fötalen

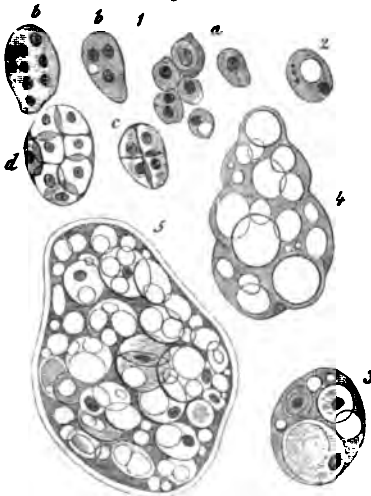
Fig. 147.



Vertikalschnitt durch den letzten Brust- und ersten Lendenwirbel eines 10wöchentlichen menschlichen Embryos. Wirbelkörper mit verkalktem Knorpelgewebe (*a*) und unverändertem (*b*); *c* dem sich entwickelnden Faserring aus länglichen Zellen (?) bestehend und einer mit glashellen Zellen erfüllten Höhle bei *d*, welche zum Gallertkern des Neugeborenen wird (nach *Luschka*).

Gebildes, der sogenannten Rückensaite oder *Chorda dorsalis* (*Luschka*). Diese, welche bei den niedrigen Wirbelthieren ganz oder theilweise das Leben hindurch persistirt, erscheint als cylindrischer, nach vorne abgerundeter, nach hinten zugespitzt auslaufender Stab, der von der Schädelbasis an der Stelle der Wirbelkörper bis zum hinteren Ende sich fortsetzt. Er besteht aus einem, dem Knorpel vermuthlich zuzuzählenden Gewebe sich dicht berührender glasheller Zellen, welches von einer homogenen Hülle umschlossen ist. Mit der Bildung der knorpligen Schädelbasis und der knorpligen Anlage der Wirbelkörper schwindet die *Chorda dorsalis* in dem grössten Theile ihrer Masse. In den Zwischenwirbelbändern jedoch erhält sich ein Hohlraum, gefüllt mit den charakteristischen Zellen der Rückensaite (*d*), welcher selbst in den Wirbelkörper noch hinein sich erstrecken kann[4]). So bemerkt man es bei zehnwöchentlichen Embryonen.

Fig. 148.



Zellenabkömmlinge der *Chorda dorsalis* beim 5monatlichen Fötus u. dem Neugeborenen. 1 Zellen des 5monatlichen Fötus. 2 Eine einfache Zelle des Neugeborenen. 3 Eine mit 3 Tochterzellen. 4 u. 5 Aus sehr vergrösserten Mutterzellen entstandene Körper mit gekernten Zellen u. vielen glasartigen Eiweisstropfen (theilweise nach *Luschka*).

Der Fötus im fünften Monat (Fig. 148. 1) zeigt uns hier einmal noch ganz ähnliche Zellen mit einem einzigen bläschenförmigen Kerne. Ihr Ausmaass beträgt 0,00686—0,008'''. Von diesen (1. *a*) finden sich nun Uebergänge bis zu solchen von 0,01829 und mehr,

in welchen man auf doppelte, vierfache und noch zahlreichere Kerne (*b. b*) oder dieselbe Anzahl endogener Zellen (*c. d*) stösst. Daneben kommen aus dem weitergehenden Wachsthum solcher Mutterzellen grosse, bis 0,05''' messende Körper vor, von zäher glasartiger Beschaffenheit, theils noch mit erkenntlichen Tochterzellen, besonders aber höchst zahlreichen kugligen glasartigen Tropfen einer umgewandelten eiweissartigen Substanz erfüllt. Beim Neugeborenen begegnet man denselben Körpern zum Theil mit derber Hülle (der verdickten Mutterkapsel), welche bis gegen 0,1''' Grösse erreichen können (4. 5). Andere kleinere dieser Körper (3) tragen noch deutlich den Charakter einer grossen Mutterzelle.

Diese gallertigen Zellenansammlungen erhalten sich das erste Lebensjahr hindurch[5]). Sie scheinen dann der gegen sie andrängenden centralen Wucherung des Faserringes zum Opfer zu fallen.

Anmerkung: 1) Man vergl. die Werke von *Todd* u. *Bowman*, *Gerlach* u. *Koelliker*. — 2) S. dessen Arbeit: Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. — 3) a. a. O. S. 25. Frühere Untersuchungen rühren von *Henle*, *Meyer*, *Donders* und *Koelliker* her. — 4) Auch in einigen Knochen, so in der Schädelbasis, dem Zahne des *Epistropheus* und im Kreuz- und Steissbein erhalten sich, wie *Müller* (Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. XXI) fand, bis zur Geburt Reste der Chorda. — 5) *Koelliker's* Handbuch 3te Auflage. S. 243.

§ 125.

Die chemische Untersuchung des Knorpels[1]) hätte, entsprechend der manchfachen Erscheinungsform des Gewebes, diesen Verschiedenheiten Rechnung zu tragen. Es würde zu ermitteln sein: *a*) aus welchen Substanzen die Knorpelzelle mit ihren einzelnen Theilen bestünde; *b*) welche Materien die Grundmasse des Gewebes herstellten, und zwar in welchen Modifikationen, je nachdem dieses homogen, körnig, faserig erscheint oder Bindegewebe- und elastische Fasern erkennen lässt. Sie würde *c*) die Veränderungen zu verfolgen haben, welche die Knorpelmischung bei den physiologischen Umwandlungen des Gewebes erleidet; endlich *d*) gehörte die den Knorpel durchtränkende Flüssigkeit in den Kreis der Untersuchung, um in ihr die Umsatzprodukte des Knorpels zu ermitteln. Leider genügt derartiger Anforderung gegenüber das gegenwärtige Wissen in keiner Weise.

Behandelt man Knorpel mikrochemisch, so erkennt man alsbald, dass sie zu den nicht leicht veränderlichen Theilen gehören. Gegen kaltes Wasser ist das Gewebe unempfindlich mit Ausnahme des Umstandes, dass die primären Zellenmembranen häufig von der Kapselwand zurücktreten und zusammenschrumpfen. Aehnlich wirkt die Essigsäure, welche gleich anderen schwachen Säuren das Ganze nicht angreift. Selbst der Schwefelsäure, sowie starker Kalilösung, widerstehen die Knorpelzellen auffallend lange (*Donders* und *Mulder*[2]); ebenso können durch Maceriren in Salzsäure dieselben isolirt erhalten werden (*Virchow*[3])). Durch Zucker und Schwefelsäure färben sich die Zellen roth, während die Zwischen-

substanz des hyalinen Knorpels gelbröthlich wird (*Schultze*[4]). Gleich schwer löslich erscheinen im Allgemeinen auch die Kerne.

Anders verhält sich die Zwischensubstanz. Sie löst sich in Folge fortgesetzten Kochens in Wasser auf und ergibt Chondrin (§ 19), besteht also aus dem sogenannten Chondrigen. Im Allgemeinen erfordern die Knorpel ein mehrstündiges Kochen an freier Luft; wie man gewöhnlich angibt, etwa 12—18 Stunden. Manche müssen aber 24, 48 Stunden lang derartig behandelt werden. — Interessant ist es, während dieses Prozesses das in der Auflösung begriffene Gewebe mikroskopisch zu untersuchen. Die Zellenmembranen und Knorpelzellen überhaupt widerstehen auf das Hartnäckigste der Auflösung, bestehen also nicht aus Chondrigen oder sonstigen leimgebenden Substanzen. Dass sie schliesslich sich lösen, ist kein Beweis des Gegentheils. Ebenso widerstehen die sekundären Zellenmembranen dem kochenden Wasser länger als die Grundsubstanz. Sie besitzen also, wenn sie auch chondringebend genannt werden müssen, nicht ganz dieselbe Mischung.

Die gleiche Differenz zeigen uns auch die Körnchen des Chondrinknorpels. Die körnige Trübung der Grundsubstanz verschwindet nicht durch Aether oder Essigsäure, dagegen in warmer Kalilauge, ebenso beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure. Durch das *Millon*'sche Reagens (S. 18) werden in der Hitze besonders diese Körnchen roth gefärbt (*Rheiner*[5]). Die Fasern des hyalinen Knorpelgewebes ergeben, soweit die bisherigen Untersuchungen einen Schluss gestatten, wohl ebenfalls Chondrin.

Hiernach dürfen wir also den hyalinen Knorpel bezeichnen als ein Chondrigen-Gewebe mit Zellen einer anderen Mischung. Die Membranen derselben bestehen wohl, gleich so manchen anderen Zellenhüllen, nach den angeführten Reaktionen aus elastischer Materie. Woraus Kerne und Zelleninhalt in chemischer Hinsicht gebildet sind, steht dahin. Man nimmt für den letzteren einen umgewandelten Eiweisskörper an.

Anmerkung: 1) Ueber die Knorpelmischung vergl. man *Schlossberger*'s Chemie der Gewebe. Abtheilung 1. S. 3, *Lehmann*'s physiolog. Chemie Bd. 3. S. 35 und dessen Zoochemie S. 451, sowie *Hoppe* in *Erdmann*'s Journal Bd. 56. S. 129 und in *Virchow*'s Archiv Bd. 5. S. 170. — 2) *Mulder*'s physiolog. Chemie S. 602. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 152. — 4) Annalen Bd. 71. S. 274. — 5) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs S. 7.

§ 126.

Was den elastischen oder Netzknorpel betrifft, so gewinnt man aus demselben nur nach sehr lange fortgesetztem Kochen (48 Stunden) eine geringe Menge von Chondrin. Dieses leitet man am richtigsten wohl von einem Reste hyaliner Zwischensubstanz ab. Die elastischen Fasern, deren Substanz aus einer Umwandlung des Chondrigens hervorgehen muss, zeigen hier wie anderwärts die charakteristische Schwerlöslichkeit. Erst nach mehrtägiger Behandlung mit Kali werden sie gallertartig, zerfallen in Körnchen und lösen sich bei Wasserzusatz auf. Ob die Zellen des

Netzknorpels, wie man angegeben hat, wirklich sich leichter lösen, als die des Hyalinknorpels, bedarf wohl noch genauerer Untersuchungen.

Was die bindegewebigen Knorpel betrifft, so ergibt ihre Grundsubstanz die Reaktionen des Bindegewebes und wandelt sich durch Kochen ebenfalls um zu Leim. Dieser ist aber nicht mehr das Chondrin, sondern der gewöhnliche Leim des Bindegewebes, das Glutin (§ 18)[1]. Am schwierigsten sollen sich die Bandscheiben des Kniegelenks auflösen.

Ueber die den Knorpel durchtränkende Flüssigkeit weiss man noch nichts[2]. Der so veränderliche Gehalt an Mineralstoffen, welchen der Knorpel darbietet, scheint auf eine wechselnde Mischung jener zu deuten. Als physiologische Umsatzprodukte des Knorpels dürfen Leucin und Glycin vermuthet werden, wozu man § 19, 38 und 39 zu vergleichen hat.

Der Wassergehalt des Knorpels wird zu 54—70 % angegeben und das Fett, welches wohl von einer frühen Zeit an keinem knorpligen Theile ganz fehlt, schwankt natürlich sehr beträchtlich. Die vorhandenen Angaben geben 2—5 % an. Welche Fettsubstanzen in dem Knorpelgewebe vorkommen, ist noch nicht ermittelt.

Es sind uns endlich noch die Mineralbestandtheile übrig geblieben. Diese werden ungemein verschieden angegeben, wobei allerdings unvollkommene Einäscherungsmethoden das ihrige beigetragen haben mögen. Es werden angeführt phosphorsaure Kalk- und Talkerde, Chlornatrium, kohlensaures Natron und schwefelsaure Salze.

Die Menge der kohlensauren Salze ist nach neueren Untersuchungen von *Bibra*[3]) meistens nur eine sehr geringe, während der Reichthum an phosphorsaurem Kalke ansehnlich und gewöhnlich sehr bedeutend ausfällt, bis zu 76; obgleich er auch bis zu 4 % heruntergesunken aufgeführt wird. Auch die Quantität der schwefelsauren Salze gestaltet sich sehr wechselnd und beträgt manchmal 40—50 % der Gesammtasche.

Interessant ist nach dem letztgenannten Beobachter die fast völlige Abwesenheit der Kalisalze, welche bis zum vollständigen Fehlen derselben sich steigern kann. Dagegen ist Natron das Alkali des Knorpels. Die Menge des Kochsalzes ist häufig eine beträchtliche; sie schwankt im Uebrigen für unser Gewebe ganz ausserordentlich, indem sie zu 0,8—26 % der Asche angegeben wird.

Als Beispiele des Gesammtgehaltes an Mineralbestandtheilen bei einem und demselben Thiere mögen hier einige Bestimmungen von *Schlossberger*[4]) stehen. Derselbe fand bei einem alten Kaninchen im Nasenknorpel 3,51 %, im Ohrknorpel 2,30 %, während die Rippenknorpel 22,80 % Asche lieferten.

Wie das Alter den Gehalt der anorganischen Bestandtheile eines und desselben Knorpels steigern, lehren Untersuchungen der Rippenknorpel des Menschen. Dieselben (mit Ausnahme der fünften Bestimmung alle von *Bibra* angestellt) ergaben:

Kind von 6 Monaten	2,24 % Asche.
Kind von 3 Jahren	3,00 ,,

Mädchen von 19 Jahren	7,29 %	Asche.
Weib von 25 Jahren	3,92	,,
Mann von 20 Jahren	3,40	,,
Mann von 40 Jahren	6,10	,,

Anmerkung: 1) Diejenigen Histologen, welche noch gegenwärtig von einer Verwandlung des Knorpels in Knochensubstanz reden, haben zum Theil die Frage behandelt, wie weit bei jenem Vorgange eine Umänderung des Chondrins in Glutin anzunehmen sei. Dieser Gegenstand (vergl. § 19) hat gegenwärtig, nachdem die Arbeiten *Müller's* andere Ansichten zur Geltung brachten, seine Bedeutung so ziemlich verloren. Die Angabe von *Schultze* (Annalen Bd. 71. S. 274), dass mit Kalilauge behandelter Knorpel bei nachherigem Kochen nicht mehr Chondrin, sondern Glutin liefere, hat sich bei Untersuchungen menschlicher Rippenknorpel im hiesigen Laboratorium nicht bestätigt. — 2) Ueber die Substanz des Gallertkerns der Zwischenwirbelbänder hat *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 283) einige Beobachtungen angestellt. Er erhielt ein ähnliches Verhalten wie bei dem Inhalte der Sehnenscheiden und Schleimbeutel. — 3) *von Bibra*, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844. S. 412. — 4) Chemie der Gewebe. S. 87.

§ 127.

Die Knorpel des erwachsenen Körpers müssen als der Rest eines in früher Embryonalzeit ungemein weit durch den Organismus verbreiteten Gewebes betrachtet werden, welches zum grössten Theile der Knochenbildung zum Opfer gefallen ist (§ 119). Die Knorpelsubstanz zeigt uns desshalb in vielen ihrer Gebilde eine bedeutende Vergänglichkeit. Aber auch diejenigen Knorpel, welche bis zu der Periode der Körperreife persistiren, zeichnen sich durch die Neigung aus, anatomische Umwandlungen zu erleiden, der Erweichung, Faserbildung, Verkreidung, ja selbst noch der Erzeugung von Knochengewebe anheimzufallen, also mit anderen Worten noch nachträglich Prozesse durchzumachen, welche bei den sogenannten transitorischen Knorpeln in einer frühen Bildungsepoche vorkamen (§ 122).

Im Uebrigen bietet das Knorpelgewebe, welches in der Regel gefässlos[1]) erscheint, gewiss nur einen sehr geringen Umsatz der Stoffe dar, dessen Richtung uns leider noch gänzlich verborgen ist. Die Ernährung des Gewebes geschieht in doppelter Art. Ein Theil der Knorpel wird von einer bindegewebigen Haut, dem Perichondrium, überzogen, dessen Gefässe die Ernährungsflüssigkeit liefern, wobei es ein eigenthümlicher Umstand bleibt, dass gerade im Innern des Knorpels das Gewebe am ausgebildetsten erscheint, also an der von den Blutgefässen entferntesten Stelle. Andere Knorpel, welche die Gelenkenden des Knochens überkleiden, entbehren das Perichondrium und erhalten ihr Ernährungsmaterial von den Blutgefässen der zunächst angrenzenden Knochenpartie.

Somit liegen uns im Knorpel Aggregate einfacher Zellen vor, bei welchen nur die massenhafte Zwischensubstanz eine Eigenthümlichkeit wesentlicher Art begründet, wie denn auch von ihr die physikalischen

Eigenschaften des Gewebes, seine Härte, Festigkeit, Biegsamkeit abhängen. Durch die letzteren kommt nun auch der Knorpel für den Organismus vorzüglich in Betracht, indem er einmal anderen Theilen zur Stütze dient, die Wände häutiger Kanäle erhärtet u. a. mehr, ebenso als Knochenüberzug harte und zugleich glatte, der Abnutzung wenig unterworfene Lagen für die Gelenke herstellt, endlich als eine sehr feste Vereinigungsmasse von Knochen erscheint.

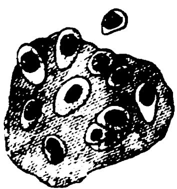
Die Substanz der Knorpel regenerirt sich nicht, indem nur bindegewebige Narbenmasse zwei getrennte Knorpelstücke vereinigen kann. Eine accidentelle Neubildung von Knorpelgewebe, wie sie namentlich die sogenannten Enchondrome herbeiführt, ist dagegen keine ganz seltene Erscheinung. In letzteren begegnet man dem Knorpelgewebe in seinen verschiedensten Erscheinungsformen[2].

Es sind uns noch das erste Auftreten des Knorpels beim Embryo, sowie die sich zunächst anreihenden Veränderungen übrig geblieben. Ueber diesen Gegenstand haben wir werthvolle Untersuchungen durch *Schwann*[3], *Koelliker*[4], *Bruch*[5]) u. A. erhalten.

Die histologische Ausbildung des Knorpels findet in einer sehr frühen Zeit des fötalen Lebens statt, was sich durch die ursprüngliche Einfachheit des Gewebes und seine Aehnlichkeit mit den ersten zelligen Anlagen der Organe und Körpertheile überhaupt erklären dürfte. Die ersten anatomischen Anlagen der Knorpel, d. h. der transitorischen, zeigen anfänglich ein weisses, trübes Ansehen, ohne in der Textur von der Nachbarschaft abzuweichen. Sehr bald aber beginnt die charakteristische Struktur sich hervorzubilden. Man ist heutigen Tages berechtigt, auszusprechen, dass hierbei die Embryonalzellen an Grösse zunehmen, ovale und elliptische Gestalten gewinnen, sich aufhellen und eine festere, der Essigsäure bald widerstehende Hülle erhalten. Der Kern ist bläschenförmig und von sogenannten Tochterzellen nichts zu bemerken. Ebenso fehlen sekundäre Zellenmembranen. Es sind demnach die Umwandlungen der Bildungszellen des embryonalen Leibes nur gering.

Anfänglich liegen diese ersten Knorpelzellen ganz dicht gedrängt beisammen, so dass von einer Zwischensubstanz noch kaum die Rede ist. Bald tritt die Intercellularmasse etwas deutlicher hervor.

Fig. 149.



Knorpelzellen aus dem Wirbelkörper eines Schweinefötus von 2″ Länge.

So fand *Koelliker* bei Schafembryonen von 6—7‴ Länge die Knorpelzellen 0,006—0,01‴ messend und die Zwischensubstanz noch sehr spärlich. Auch bei grösseren Embryonen, wie denen des Schweins von 2 Zoll und mehr, ist die Grundmasse immer noch bedeutend den Zellen nachstehend, in welchen letzteren schon die Tochterzellenbildung zu erwachen beginnt. Fig. 149 kann uns davon eine Vorstellung gewähren. Bei Embryonen desselben Thieres von 3½ Zoll Länge beträgt die Intercellularsubstanz nach *Schwann* nur etwa ein Viertel des Gesammtvo-

lumens. Hierbei ist der ganze Knorpel noch so weich, dass die Zellen bei schwachem Drucke auseinanderfahren und frei in der umgebenden Flüssigkeit umhertreiben. Später nimmt vor Allem die Menge der Intercellularmasse mehr und mehr zu; ebenso vergrössern sich die Zellen und die endogene Vermehrung gewinnt allmählich in diesem und jenem Knorpel eine grössere Ausdehnung. Bei dem Wachsthume eines Knorpels steigt aber auch die Zahl der Zellen[6]), eine Vermehrung, welche nur von den vorhandenen aus stattfindet, indem man weder im Innern des Gewebes neue Zellen unabhängig von schon existirenden entstehen sieht, noch eine derartige Neubildung an der Peripherie unterhalb des Perichondriums zu bemerken ist. Stärkere sekundäre Zellenmembranen scheinen beim Säugethierknorpel erst in einer späteren Bildungsperiode vorzukommen, wie denn auch Fetteinlagerungen höchstens an manchen Knorpeln neugeborner Kinder in ihren Anfängen zu finden sind (vergl. Fig. 142). Noch später erscheint die Streifenbildung und das Auftreten der Chondrinfaserung.

Interessant ist eine zuerst von *Schwann*[7]) gemachte und später von *Hoppe*[8]) bestätigte Angabe, dass die Grundmasse des fötalen Knorpels anfänglich nicht aus chondringebender oder überhaupt zu Leim erstarrender Masse besteht, so dass mit der anatomischen Verschiedenheit auch eine chemische Hand in Hand geht.

Die bisherigen Angaben betreffen zunächst den hyalinen oder Chondrinknorpel. Hiermit ist aber zugleich die erste Erscheinungsform der Netz- und wohl auch der bindegewebigen Knorpel gegeben. Auch sie bestehen anfänglich in der Embryonalzeit aus homogener Grundmasse. Die Umwandlung derselben in Fasern erfolgt bald früher, bald später und geht zum Theil nach der Geburt noch vor sich[9]).

Anmerkung: 1) Der Nasenscheidewandknorpel des Ochsen und Schweins führt nach *Koelliker* (seine und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 2. S. 280) zahlreiche Blutgefässe, ebenso beim Kalbe Nerven, welche beide aus dem Perichondrium abstammen. Bekanntlich sind später transitorische Knorpel gefässführend, ebenso können es permanente Knorpel werden, wenn sie nachträglicher Knochenbildung anheimfallen. — Ueber die Gefässe der bindegewebigen vergl. man § 124. 2) Vergl. *Förster*, allgem. pathol. Anatomie S. 116. — 3) a. a. O. S. 114. — 4) Mikroskopische Anatomie Bd. 2. Abth. 1. S. 350. — 5) a. a. O. S. 10. — 6) Hierüber hat *Harting* (*Recherches micrométriques* S. 77) genaue Untersuchungen angestellt. An dem zweiten Rippenknorpel kommen, wie schon bemerkt wurde, beim Neugeborenen 3—4mal so viel Zellen als beim 4monatlichen Fötus vor. Die Zellen nehmen sowohl während der Embryonalzeit als nach der Geburt an Grösse zu, indem sie beim Neugeborenen etwa 4mal so gross als beim Embryo ausfallen und beim Erwachsenen 8—12mal grösser als zur Zeit der Geburt erscheinen. Beim Fötus ist das Volumen der Zellen und Zwischenmasse ungefähr das gleiche, während beim Kinde und Erwachsenen die Grundsubstanz im Verhältniss zu den Zellen das Doppelte erreicht hat. — 7) a. a. O. S. 31. — 8) *Virchow*'s Archiv Bd. 5. S. 182. — 9) *Donders* in den holländischen Beiträgen S. 264 und *Bruch* a. a. O. S. 20 u. 85.

D. Gewebe im Allgemeinen umgewandelter und zur Verschmelzung neigender Zellen in theils homogener, theils faseriger und meistens festerer Zwischensubstanz.

6. Das Gallertgewebe.

§ 128.

Schon früher im allgemeinen Theile dieses Werkes (S. 146) wurde einer grossen, ausgedehnten Gewebegruppe, der sogenannten Bindesubstanz, gedacht.

Mit diesem Namen versieht gegenwärtig die Mehrzahl der Histologen eine Reihe von Geweben, welche von gleichartigen Anfängen ausgehend, allmählich im Laufe der weiteren Entwicklung zu sehr verschiedenen Erscheinungsformen in anatomischer und auch chemischer Hinsicht gelangen können, so dass für den reifen Körper in der Bindesubstanzgruppe Massen vorliegen, welche auf den ersten Blick durch eine weite Kluft getrennt zu sein scheinen.

Als bezeichnend für unsere Gruppe müssen aber, wie schon erwähnt, die Anfänge im embryonalen Körper festgehalten werden. Es bestehen nämlich alle Gewebe der Art ursprünglich aus gedrängten Anhäufungen mehr oder weniger rundlicher, mit bläschenförmigen Kernen versehener Zellen, zwischen welchen eine weiche, homogene, aus eiweissartigen Materien gebildete Zwischensubstanz zu erscheinen beginnt, welche später in einer gewissen (wenngleich sehr wechselnden) Reichlichkeit vorkommt. Zellen wie Zwischenmasse nehmen dann fast immer nachträglich andere abweichende Gestalten an, ein Bildungsgang, dessen genauere Verfolgung den nächsten Abschnitten vorbehalten bleiben muss. Im Allgemeinen tritt in der Grundmasse häufig ein faseriger Zerfall, eine Umwandlung in Fibrillen ein, während die Zellen sich entweder unter Beibehaltung der ursprünglich rundlichen Gestalt vergrössern oder, was viel häufiger vorkommt, spindel- und sternförmig auswachsen, um sich mit ihren Ausläufern zu verbinden. Ebenso sind für einige der hierher zu ziehenden Gewebe Verkalkungen typische Erscheinungen.

Mit diesen anatomischen Wandlungen fallen chemische Metamorphosen zusammen. Die Grundmasse, wie eben gesagt, besteht ursprünglich aus Proteinkörpern oder nahen Abkömmlingen derselben. Vielfach scheint ein dem Mucin (§ 16) verwandter oder identischer Stoff hier anfänglich vorzukommen. Beinahe überall wird diese chemische Beschaffenheit früherer Tage später vermisst, indem entferntere Derivate der Proteingruppe, die Leimkörper und unter diesen in der Regel das Glutin (selten Chondrin) erscheinen; ebenso kann eine lokale Umwandlung der Grundsubstanz zu elastischer Masse erfolgen. Letztere jedoch macht sich in grösster Verbreitung an den zur Verschmelzung neigenden Zellen und deren Abkömmlingen geltend, während in dem Hohlraume der Zelle sehr verschiedenartige Einfüllungen auftreten.

Aber noch in einer anderen Richtung kommen die Gewebe dieser Gruppe, welcher man auch den Knorpel zuzählen kann, überein, nämlich in einer physiologischen. Ihre Bedeutung für das Geschehen des Körpers ist eine mehr untergeordnete, wenngleich sie bei ihrer kolossalen Massenhaftigkeit einen grossen Theil unseres Leibes bilden. Sie stellen, wie man sich auszudrücken pflegt, Gewebe von einer niederen vitalen Dignität dar, bestimmt, Stützen, Umhüllungs- und Verbindungsmassen des Organismus zu bilden. Der Name Bindesubstanz, dem von *J. Müller* eingeführten Worte Bindegewebe nachgebildet, ist desshalb in vieler Hinsicht ein passender[1]).

Anmerkung. 1) Es ist ein grosses Verdienst von *Reichert*, die Gruppe der Bindesubstanzen zuerst aufgestellt zu haben. Vergl. dessen Werk: Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung und vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde. Dorpat 1845. Unter den Nachfolgern sind besonders *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 1 u. 2) und *Donders* (*Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift Bd. 3) zu nennen. Durch die Bemühungen dieser Männer ist für die Auffassung der betreffenden Gewebe ein Wendepunkt eingetreten.

§ 129.

Gewissermaassen die einfachste Erscheinungsform der Bindesubstanzgruppe stellt in manchen seiner Produktionen dasjenige dar, was wir als Gallertgewebe zusammenfassen und was so ziemlich mit dem Schleimgewebe *Virchow*'s[1]) übereinstimmt; beides Benennungen, welche man mit einer passenderen vertauscht zu sehen wünschen muss.

Man versteht hierunter auf niederer Stufe stehende Gewebe, die charakterisirt sind durch eine homogene, sehr weiche und wässerige, Mucin oder einen verwandten Stoff enthaltende Zwischensubstanz und hierdurch von dem leimgebenden Knorpel und dem eigentlichen Bindegewebe sich unterscheiden. Die Menge dieser Zwischenmasse ist im Allgemeinen eine beträchtliche, so dass von ihr die ganze physikalische Beschaffenheit des Gewebes bestimmt wird, also in dieser Hinsicht Knorpel- und Gal-

lertgewebe sich gleich verhalten, soweit sie sonst auch durch ihre Konsistenz sich immerhin von einander entfernen.

In derartiger weicher Intercellularsubstanz erscheinen die Zellen ursprünglich in kugliger Gestalt, so dass sie in ganz homogener Masse eingebettet als einfachste Form des Gallertgewebes aufgefasst werden müssen, eine Erscheinungsweise, welche aber nur höchst selten eine bleibende und in der Regel einer weiteren Umänderung Platz zu machen bestimmt ist. Bei derselben verwandeln sich die Zellen in spindel- und sternförmige, zur Verschmelzung strebende Gebilde und an der Intercellularmasse beginnt manchfach eine Streifung und Faserung zu erscheinen.

Im Allgemeinen stellt für den normalen Zustand unseres Körpers das Gallertgewebe vergängliche, embryonale Massen dar, welche in dieser Form die Zeit der Körperreife nicht erreichen, so dass nur fötale Gewebe hier vorliegen. Die Zellen können ferner, auf einfachster Stufe stehend, von der Masse der Zwischensubstanz erdrückt, dem Untergang verfallen, so dass nur die letztere übrig bleibt. Umgekehrt finden wir aber anderes Gallertgewebe einer späteren Umwandlung aufsteigender Art unterliegend; es geht in gewöhnliches weiches Bindegewebe über. Die Grenzen gegen das letztere lassen sich somit nicht scharf ziehen[2]).

Die Theile des menschlichen Leibes, welche nach dem heutigen Zustande des Wissens zum Gallertgewebe gerechnet werden können, sind folgende: das Glaskörpergewebe des Auges, die sogenannte *Wharton*'sche Sulze des Nabelstrangs, das Schmelzorgan der sich bildenden Zähne und das weiche, noch nicht collagene, formlose Bindegewebe der Embryonalzeit[3]). Bei Thieren ist das Gallertgewebe häufiger ein bleibendes. So bildet es bei Vögeln den *Sinus rhomboidalis* des Rückenmarks, bei Fischen formlose Bindesubstanz. Bei niederen Thieren scheint es weit verbreitet. Die Körpermasse der Akalephen (*Virchow*[4]) und *Schultze*[5])) besteht unter Anderm aus ihm.

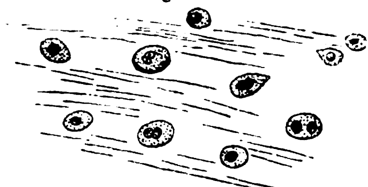
Anmerkung: 1) S. dessen Aufsatz a. a. O. Bd. 2. S. 150 u. 314. — 2) Pathologisch bildet nach *Virchow* das Gallertgewebe manche Colloide. — 3) Gewisse Histologen ziehen desshalb das Gallertgewebe ohne Weiteres zum fötalen Bindegewebe. — 4) Dessen Archiv Bd. 7. S. 558. — 5) *Müller*'s Archiv 1856. S. 311. Das Gallertgewebe der Akalephen gibt übrigens weder Mucin noch Leim. Das Vergleichend-Anatomische bei *Leydig* a. a. O. S. 23.

§ 130.

Die einfachste Erscheinungsform des Gallertgewebes finden wir bei Embryonen und ganz jungen Geschöpfen den Glaskörper, *Corpus vitreum*, des Auges bildend[1]).

Untersucht man beim Fötus, etwa am Ende des vierten Monats, das *Corpus vitreum*, so gewinnt man dasselbe schon stück- oder klumpenweise wie beim Erwachsenen, ohne dass man, mit Ausnahme der *Membrana hyaloidea*, die Flüssigkeit zusammenhaltende Häutchen mikroskopisch entdecken könnte.

Fig. 150.



Glaskörpergewebe eines menschlichen Embryo's von 4 Monaten.

Das Gewebe (Fig. 150) zeigt sich bestehend aus einer vollkommen farblosen, ganz homogenen und etwas zähflüssigen, reichlichen Grundsubstanz, welche durch Zusatz der Essigsäure streifig wird, und aus ziemlich sparsamen, in einigermaassen gleichmässigeren Zwischenräumen eingelagerten Zellen. Diese sind kuglig oder dem Kugligen sich annähernd, können aber bei ihrer weichen Beschaffenheit und der etwas zähflüssigen Grundmasse verzerrt andere Gestalten annehmen. Sie erinnern an vergrösserte farblose Blutkörperchen, Lymphzellen etc. und erscheinen granulirt, bald mit feineren, bald mit gröberen Körnchen, aber in nur mässiger Menge und desshalb nicht stark getrübt. Die Hülle leistet schwacher Essigsäure einen gewissen Widerstand und der Kern zeigt sich mehr körnig, aber mit deutlichem Nucleolus. Man begegnet runden, ovalen, nierenförmigen und gedoppelten Kernen, welche stets besondere Kernkörperchen führen, so dass eine Zellentheilung vorliegen dürfte. Die Grösse unserer Zellen beträgt 0,00457''', 0,00686 — 0,008''', während einfache Kerne ein mittleres Ausmaass von 0,00229''' besitzen.

Spindelförmige und sternförmige Zellen gehen dem eigentlichen *Corpus vitreum* ab, finden sich dagegen an der *Membrana hyaloidea* mit der Bildung dortiger Gefässe zusammenfallend, wie *Koelliker* richtig angibt.

Ganz ebenso verhält sich der Glaskörper des Neugeborenen, während schon im frühen Kindesalter die Zellen dem Untergange anheimfallen, so dass beim reiferen Menschen allein die Zwischensubstanz das *Corpus vitreum* ausmacht[2]).

Der Glaskörper wurde in chemischer Hinsicht von *Berzelius*, *Lohmeyer* und *Virchow* untersucht[3]). Das *Corpus vitreum* enthält über 98,5% Wasser und unter den festen Bestandtheilen einen Ueberschuss der anorganischen, welche hauptsächlich von Kochsalz gebildet werden. Unter den organischen Stoffen ist Eiweiss nur in Spuren vorhanden, während eine dem Schleim sich anschliessende Substanz nach *Virchow* hier vorkommt, welche die flüssige gallertige Beschaffenheit des Gebildes bedingt, so dass das *Corpus vitreum* ein in grosser Menge salzhaltigen Wassers aufgequollenes Mucin darstellte. — Zur näheren Orientirung lassen wir die Analyse *Lohmeyer*'s folgen.

1000 Theile Glaskörper enthalten:

Wasser	986,400
Häute	0,210
Natronalbuminat (und Mucin ?)	1,360
Fett	0,016
Extraktivstoffe	3,208
Chlornatrium	7,757

Chlorkalium	0,605
Schwefelsaures Kali	0,148
Phosphorsaurer Kalk . . .	0,101
Phosphorsaure Magnesia . .	0,032
Phosphorsaures Eisenoxyd . .	0,026
Kalkerde	0,133

Nach Mucin wurde nicht geforscht. Harnstoff fanden *Millon*[4]) und *Wöhler*[5]), nicht aber *Lohmeyer*.

Der Glaskörper ist das hinterste der brechenden Medien des Auges. Sein Brechungsindex beträgt, den des Wassers zu 1,3358 gesetzt, beim Menschen 1,3506 (*Krause*[6])). Er regenerirt sich nicht.

Anmerkung: 1) *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 713; *Bowman*, *Lectures on the parts etc. of the eye. London* 1849. S. 100; *Virchow* in s. Archiv Bd. 4. S. 468 u. Bd. 5. S. 278; *Doncan* in *Nederl. Lancet* 1853—54. S. 625; *Finkbeiner* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 6. S. 330. — 2) Jedoch gibt *Koelliker* an, dass beim Erwachsenen an den peripherischen Theilen des Glaskörpers manchmal spärliche und undeutliche Reste der Zellen noch zu bemerken seien, Mittheilungen, welche ich noch nicht zu konstatiren vermochte. — 3) *Schlossberger*'s Gewebechemie, 1. Abth. S. 309. *Berzelius*' Thierchemie 1831. S. 431. *Lohmeyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, Neue Folge, Bd. 5. S. 56. *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 317. — 4) *Comptes rendus* Bd. 26. S. 121. — 5) Annalen Bd. 66. S. 128. — 6) *Krause* die Brechungsindices der durchsichtigen Medien des menschlichen Auges. Hannover 1855. S. 28.

§ 131.

Daran reiht sich das Gallertgewebe in höherer Entwicklungsform, wie wir es, abgesehen von Geweben der Eihäute, im Schmelzorgan, der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs und als embryonales formloses Bindegewebe bemerken.

Auch hier finden sich ursprünglich in einer wasserklaren, ganz strukturlosen, gallertartigen Substanz rundliche, gekernte Zellen, wie wir sie für das *Corpus vitreum* kennen gelernt haben. Während aber in letzterem Theile die Zelle auf dieser Stufe stehen blieb, ist es jetzt nur bei einem geringeren Theile derselben oder auch gar nicht mehr der Fall, indem das Gebilde spindelförmige und sternartige Gestalten annimmt, welche man schon seit den Tagen *Schwann*'s[1]) kennt. Durch Verlängerung solcher Zellenausläufer bildet sich allmählich ein Zellennetz, was anfangs gedrängt liegt, später weiter auseinander rückt und um welches herum ein Theil der verdichteten Zwischensubstanz sich anlagert. Wir begegnen somit einem netzförmigen Gewebe glasheller Balken, in deren Innerm die Zellennetze verlaufen. Die Maschen umschliessen eine weichere, gallertartige Masse, in der man einzelne unveränderte Bildungszellen gewahren kann.

Später gewinnt das Zellennetz längere Ausläufer und letztere erwei-

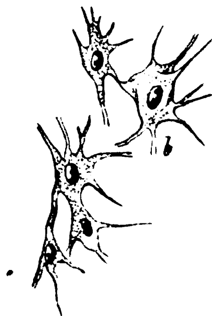
tern sich etwas mehr in die Quere, während sich der Zellenkörper stärker verkleinert. Hierbei wird die Substanz, welche die Wandungen des Zellennetzes herstellt, auch in chemischer Hinsicht resistenter, der elastischen Materie ähnlicher.

Die Masse, welche die umhüllenden Balken bildet, beginnt Längsstreifen zu zeigen, die allmählich deutlicher hervortreten, eine faserige Natur gewinnen und zu gewöhnlichen Bindegewebefibrillen sich verwandeln. Auch das Zellennetz wird mehr und mehr zu einem elastischen Röhrennetze. Verläuft die Umwandlungsreihe bis zu ihrem Ende, was aber keineswegs immer der Fall ist, so erhalten wir sogenanntes formloses Bindegewebe. In dieser Weise ist es mit dem gallertigen weichen Bindegewebe von Embryonen der Fall, während bei anderen Massen, der *Wharton*'schen Sulze und dem Schmelzorgan, eine durchgreifende Bindegewebemetamorphose nicht eintritt.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen unterwerfen wir das Schmelzorgan und den Nabelstrang einer näheren Untersuchung. Das erstere[2]) bedeckt in der Fötalperiode und den ersten Zeiten des Lebens den Keim des entstehenden Zahnes.

Fig. 151.





Zellen des Schmelzorgans eines 4monatlichen Embryos; bei *a* kleinere, bei *b* grössere und ausgebildetere sternförmige Zellen.

Sein Gewebe (Fig. 151) besteht aus zierlichen sternförmigen Zellen mit deutlichen Kernen. Beim Embryo von 4 Monaten sind letztere bläschenförmig, 0,00286 — 0,004‴ messend, während die Zelle mit ihren Ausläufern eine Grösse von 0,01149, 0,01470—0,01695‴ zeigt. Die Zahl der Ausläufer ist zuweilen nur vier (*a*), zuweilen eine weit beträchtlichere (*a*. *b*). Es kommen Zellen mit doppeltem Kerne (*a*) und zuweilen einer Art von Theilung (*b*, unten) vor. Die Zwischenräume zwischen den netzartig verbundenen Zellen sind 0,00900 — 0,01401‴ und mehr gross und mit einer homogenen, gallertigen Masse erfüllt, welche bei ihrer Menge dem ganzen Schmelzorgan die gleiche Beschaffenheit verleiht.

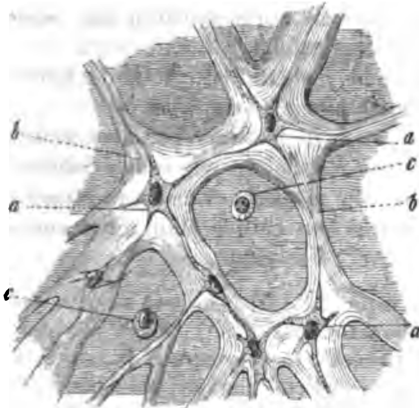
Dass das Gewebe des Schmelzorgans ein vergängliches, bedarf nach dem Angeführten keiner Bemerkung. Seine Lebensdauer schliesst mit der Reifung des Zahnschmelzes ab.

Anmerkung. 1) a. a. O. S. 133. — 2) *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 98.

§ 132.

Die gallertige Masse, welche die Substanz des Nabelstranges bildet (Fig. 152), die *Wharton*'sche Sulze[1]), zeigt uns in homogener

Fig. 152.



Gewebe der *Wharton*'schen Sulze eines Embryos von 4 Monaten im Querschnitt des Nabelstrangs. *a* Ein Netz verästelter Zellen; *b* Verdichtungen der Grundsubstanz zu Balken; *c* unveränderte rundliche Bildungszellen.

Fig. 153.



Gewebe des Nabelstrangs kurz vor der Geburt mit entwickelterer Bindegewebefaserung und elastischer Röhrennetzbildung. *a. b* Bindegewebebündel mit Bindegewebekörperchen in der Achse; *c. d. e* letztere Zellen isolirt.

halbflüssiger Grundsubstanz ganz ähnliche Zellen, wie wir sie für das Schmelzorgan kennen gelernt haben. Die Gestalt der letzteren ist anfänglich rundlich, bald aber zur spindelförmigen, namentlich sternartigen übergehend (*a*). Die Zahl der Ausläufer kann vier betragen, aber auch sechs, sieben und mehr[2]). Diese ziehen sich gewöhnlich ganz lang und dünn aus. Gleichzeitig beginnt auch eine Verdichtung der Grundmasse um das so entstehende Zellennetz (*b*) und in dem Maschengewebe liegt die weiche Gallerte oder Sulze. Hier begegnet man noch unveränderten kugligen Zellen (*c*), wie sie auch im formlosen Bindegewebe auf gleicher Stufe angetroffen werden. Sie sind möglicherweise an letzterem Orte bestimmt, zu Fettzellen sich umzuwandeln (s. das Fettgewebe). Die Balken erscheinen bei jungen Embryonen ganz homogen oder höchstens zart längsgestreift. Erst in der zweiten Hälfte des Fruchtlebens (Fig. 153. *a. b*) verwandeln sich die Streifen der Grundmasse mehr in Bindegewebefibrillen, was stellenweise bis zur Bildung wellenförmig gebogener Bündel fortschreiten kann. Auch das Zellennetz zeigt bei der steigenden Entfernung der Zellen von einander lange röhrenförmige Ausläufer und der Zellenkörper, in welchem jedoch noch ein deutlicher Kern zu bemerken ist, tritt gegen die Fortsätze zurück (*c. d. e*).

Wir begegnen also hier den Anfängen einer Bindegewebsumwandlung, welche sogar stellenweise ziemlich weit vorgeschritten ist, wenn mit der Geburt das Absterben des Gewebes erfolgt.

Das Balkenwerk ergibt beim Kochen, wie *Scherer*[3]) fand, keinen Leim, während nach *Virchow* die Gallerte mucinführend ist.

In ganz ähnlicher Weise erscheint auch in früherer Zeit das weiche formlose Bindegewebe, in dessen Lücken ebenfalls, wie schon *Schwann* zeigte, rundliche Zellen übrig bleiben, die möglicherweise zu Fettzellen werden. Das Balkenwerk ergibt beim Kochen keinen Leim, wie zuerst *Schwann*[4]) beobachtete und *Schlossberger*[5]) bestätigte.

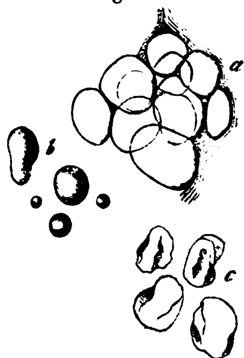
Anmerkung: 1) *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 160; Cellularpathologie S. 87; *Koelliker* an ersterem Orte Bd. 8. S. 2; *Bruch* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 6. S. 145; *Gerlach's* Gewebelehre S. 96. — 2) An Längsschnitten erscheinen die Zellen mehr spindelartig mit zwei Ausläufern, ein Verhältniss, was für diejenigen des eigentlichen Bindegewebes wiederkehrt. Dies Zellennetz lässt sich mit Karmin nur theilweise füllen, wenn man sich der *Gerlach'*schen Methode bedient. — 3) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 160. — 4) a. a. O. S. 143. — 5) a. a. O. S. 119.

7. Das Fettgewebe.

§ 133.

Mit dem Namen des Fettgewebes[1]) bezeichnet man grosse rundliche, 0,01493—0,04''' messende Zellen mit Kernen von 0,00333—0,004''', deren dünne Hülle einen einzigen grossen Fetttropfen ganz dicht zu umschliessen pflegt. Die Fettzellen (Fig. 154. *a*) liegen meistens in beträchtlicheren Gruppen gehäuft und kommen in bindegewebigen Theilen von losem Gefüge, dem sogenannten formlosen Bindegewebe vor, eine sehr gewöhnliche Ausfüllungsmasse der Hohlräume und Maschen desselben bildend. Das Bindegewebe zwischen den einzelnen Zellen einer solchen Gruppe tritt vielfach sehr zurück.

Fig. 154.



a Fettzellen des Menschen vollkommen mit Fett erfüllt, gruppenweise beisammen liegend; *b* freie Fetttropfen; *c* leere Hüllen.

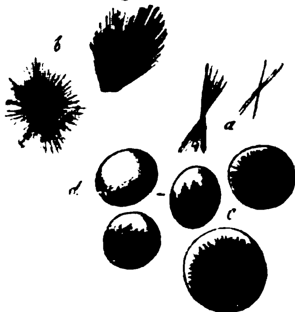
Indem die Membran jener eine sehr dünne ist, wird sie von den dunklen Umrissen des fettigen Inhalts vollkommen verdeckt. Unsere Fettzellen bieten so ein Ansehen dar, welches mit dem freier Fetttropfen sehr viele Aehnlichkeit besitzt. Sie zeigen bei durchfallendem Lichte dunkle scharfe Ränder, während bei auffallender Beleuchtung eine weissliche oder gelblich weisse, silberartige Begrenzung erscheint. Doch bringt die dichte Aneinanderdrängung an den Berüh-

rungsflächen benachbarter Zellen vielfach polyedrische Abplattungen herbei, was bei freien Fetttropfen (Fig. 152. *b*) nicht vorkommt, welche vielmehr gegeneinander gepresst zu grösseren Massen, wie die Fettaugen einer Suppe, zusammenfliessen. Ohnehin sind freie Fetttropfen von den allerverschiedensten Dimensionen, während sich die Durchmesser unserer Fettzellen innerhalb gewisser Schranken halten.

Indessen die unmittelbare Betrachtung vollkommen erfüllter Fettzellen kann uns zwar die Existenz einer Hülle erschliessen, dieselbe aber nicht vor Augen führen. Hierzu bedarf es weiterer Behandlungen. Man vermag durch einen steigenden Druck die pralle gespannte Membran leicht zum Zerreissen zu bringen und so die zusammengefallenen leeren Hüllen der grossen Zellen als homogene, dünne, strukturlose Beutelchen zu erkennen (Fig. 152. *c*). Ebenso kann auf chemischem Wege, durch Behandlung mit Alkohol und Aether, der Inhalt aus der unverletzten Hülle ausgezogen werden. Kerne bemerkt man an derartig behandelten Zellen in der Regel nicht, obgleich andere abweichende Erscheinungsformen unserer Zellen an der Existenz eines Kernes als eines durchgreifenden Bestandtheiles keinen Zweifel lassen.

Von dem eben geschilderten Bilde können sich nun die Fettzellen mehr oder weniger entfernen. Der Inhalt besteht aus einem Gemenge ölartiger und fester Neutralfette, stets jedoch einem solchen, welches bei der Temperatur des lebenden Körpers flüssig, ölartig erscheint. Bei warmblütigen Wirbelthieren bringt indessen das Sinken der Körperwärme nach dem Tode, namentlich ein starkes Erkalten der Leiche, gar nicht selten in einem an festen Fetten reichen Zelleninhalte ein Erstarren herbei. Die Fettzellen verlieren ihre runden, prallen, zierlichen Gestalten, werden rauh, eckig, höckerig. Ein Erwärmen, ein Schmelzen des Gemenges ruft das alte glattrandige Ansehen wieder hervor.

Fig. 155.



Mit Krystallen versehene Fettzellen des Menschen. *a* Einzelne Nadeln; *b* grössere Gruppen; *c* die Zellen selbst mit derartigen Gruppirungen im Innern; *d* eine gewöhnliche, krystallfreie Fettzelle.

Eigenthümliche Bilder (Fig. 155. *c*) gewähren Zellen, bei welchen ein Theil der festen Neutralfette des Inhalts sich krystallinisch abgeschieden hat und zwar dicht an der Oberfläche. Man begegnet solchen Gruppen nadelförmiger Massen entweder einfach, doppelt oder in grösserer Zahl. Die Mikroskopiker haben sie früher ganz willkührlich für Margarin- oder gar Margarinsäurekrystalle erklärt. Man kennt derartige Zellen schon seit längerer Zeit[2]).

Koelliker[3]) machte später auf Fettzellen aufmerksam, bei welchen der ganze Zelleninhalt zu gleichen nadelförmigen Massen erstarrt ist, so dass die Zelle auf

den ersten Blick völlig undurchsichtig, wie mit Körnern erfüllt erscheint.

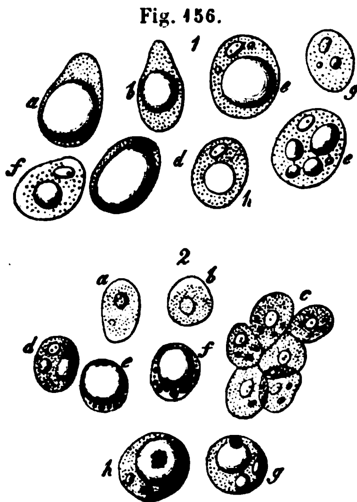
Beiderlei Varietäten bilden sich wohl erst bei der Abkühlung der Leiche und fehlen im lebenden warmen Körper.

Anmerkung: 1) *Henle*, Allgem. Anat. S. 390; *Todd* und *Bowman*, Physiol. Anat. Vol. I. S. 80; *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abtheil. 1, S. 15. — 2) Vergl. *Henle* a. a. O. S. 393; *Vogel*, *Icones path.* Leipzig 1843. Tab. XI. Fig. 3; *Todd* und *Bowman l. c.* S. 82.

§ 134.

Diesen mit Fett überladenen, wenig instruktiven Fettzellen stehen andere Erscheinungsformen entgegen, die halb- oder schwach mit fettigem Inhalt erfüllten und die serumhaltigen Fettzellen (Fig. 156. 1), wo die völlig geschwundene fettige Masse durch einen flüssigen Inhalt von anderer Mischung ersetzt wird. Man findet sie in schlecht genährten, abgemagerten, ebenfalls in wassersüchtigen Leichen. Sie erscheinen glattrandig, aber kleiner (oft sogar um ein beträchtliches) als die ganz erfüllten und gehen aus letzteren allmählich hervor.

Fig. 156.



Unvollkommen mit Fett erfüllte Zellen. 1 Solche aus dem Unterhautzellgewebe einer abgemagerten menschlichen Leiche, die fettige Inhaltsmasse verlierend; *a* mit einem grossen, *b* mit einem kleineren Fetttropfen; *c* und *d* mit sichtbarem Kerne; *e* eine Zelle mit getrennten Tröpfchen; *f* mit einem einzigen kleinen Tröpfchen; bei *g* fast fettfrei und bei *h* ohne Fett mit einem Tropfen eiweissartiger Substanz im Innern. 2 Zellen des Fettgewebes aus der Umgebung der Niere eines 10zölligen Schafembryos, sich mit Fett mehr und mehr erfüllend; *a* u. *b* isolirte Zellen noch ohne Fett; *c* ein Haufen derselben; *d*—*h* Zellen mit steigender Einlagerung der fettigen Inhaltsmasse.

So begegnet man Zellen, bei welchen noch eine ansehnliche Fettkugel durch eine dünne Zwischenschicht flüssiger Inhaltsmasse von der zarten Kontour der Hülle getrennt wird (1. *a. b.*) und wo in diesem Zwischenraume häufig der excentrisch gelegene glattrandige, zuweilen bläschenförmige Kern (*c. d*) entdeckt werden kann[1]. Schon hier stösst man gar nicht selten auf eine dunklere, gelbliche Färbung des Fettes, welche in den höheren Graden der Fettabnahme mehr und mehr hervortritt, so dass derartig umgeändertes Fettgewebe meistens schon dem unbewaffneten Auge durch sein röthlich gelbes Ansehen auffällt. Liegen Fettzellen dieser Stufe nebeneinander, so gewähren sie oftmals ein ungemein

zierliches, an mit Fett überfüllten Hyalinknorpel (§ 122. Anm. 3) erinnerndes Bild.

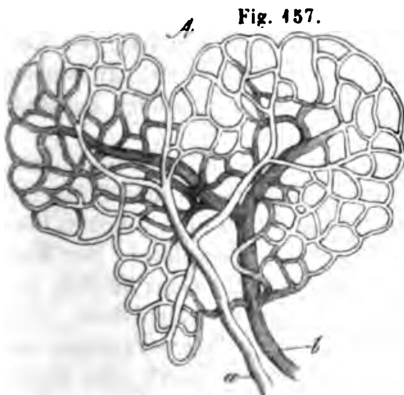
Der fortgehende Schwund des Fettes in unseren Zellen führt bei steigender Flüssigkeitsinfiltration eine mehr und mehr an Grösse abnehmende Fettkugel (*f*) in manchen Exemplaren herbei. Bei anderen Zellen zerfällt die abnehmende Kugel in einzelne Tröpfchen von wechselnder und oft sehr geringer Grösse (*e. g*). Endlich erscheinen Zellen (*h*), wo alle Fetttropfen des Inhaltes verschwunden sind und eine homogene Flüssigkeit den ganzen Hohlraum erfüllt[2]).

Mit der Abnahme des Fettes treten die Kerne deutlicher als wesentliche Zellenbestandtheile hervor. Behält anders die Hülle ihre ursprüngliche Dünne, so ist das ganze Gebilde sehr zart kontourirt und leicht zu übersehen. Manchmal, aber nur ausnahmsweise, stellt sich an der so von Fett befreiten Zelle eine Verdickung der Membran ein, so dass die Zellenbegrenzung deutlicher wird.

Anmerkung: 1) Der Umstand, dass in derartigen fettarmen Zellen der Kern stets hervortritt, gestattet keine andere Annahme, als dass er in den vollkommen erfüllten gewöhnlichen Fettzellen ebenfalls vorhanden sei. *Gerlach* will an der Reife entgegengehenden Fettzellen einen molekulären Zerfall des Nucleus bemerkt haben (Gewebelehre S. 19). Vergl. auch *Schwann* a. a. O. S. 140. — 2) Sie sind ebenfalls schon seit Langem durch *Hunter*, ebenso durch *Gurlt* (Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugethiere. Berlin 1837. S. 20) und Andere gesehen.

§ 135.

Fig. 157.



A Gefässnetz eines Fetttr äubchens; *a* arterielles, *b* venöses Stämmchen. *B* Maschen des Haargefässsystems um drei Fettzellen. (Kopie nach *Todd* u. *Bowman*; *Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Wie wir schon erfahren haben, finden sich die Fettzellen als Begleiterinnen des formlosen, weichen Bindegewebes, dessen Lücken und Hohlräume sie ausfüllen. Sie bilden hier dicht gedrängt Läppchen oder Träubchen des Fettgewebes, welche von einem sehr entwickelten Netze feiner Haargefässe (Fig. 157. *A*) durchzogen werden, wobei die einzelne Zelle in einer Masche des Kapillarnetzes gelegen ist (*B*). Der zeitweise energische Stoffwechsel unserer Zellen wird bei diesem Blutreichthume des Gewebes begreiflich.

Das Fettgewebe, in einem gut genährten Körper ein massenhafteres, findet sich, abgesehen von zahlreichen kleineren und unbeständige-

ren Ansammlungen, zunächst im subcutanen Bindegewebe, dieses zum *Panniculus adiposus* machend. Es wechselt die Menge desselben aber nach den einzelnen Körperstellen. Sehr reichliche Zellenansammlungen liegen unter der Haut der Fusssohle, der Hohlhand, des Gesässes, der weiblichen Brustdrüse, während das Augenlid fettfrei bleibt. Ferner trifft man reichlicheres Fettgewebe häufig um die Synovialkapseln der Gelenke[1]) und in der Orbita, wo es selbst bei der grössten Abmagerung nicht ganz vermisst wird. Ebenso im Markkanal kompakter Knochen, wo es mit sparsamem Bindegewebe das Knochenmark[2]) darstellt. Unter inneren Theilen, deren bindegewebige Massen reichlichere Fettanhäufungen zu zeigen pflegen, seien noch die Umgebung der Niere, das Netz und Mesenterium, ebenso die Aussenfläche des Herzens erwähnt.

Im Uebrigen bietet die Massenhaftigkeit dieser Fettzellenhäufungen, welche als mässig entwickelter *Panniculus adiposus* das glatte, pralle Ansehen unseres Körpers und die Schönheit der menschlichen Form bedingen, sehr bedeutende Schwankungen dar. Bei Frauen und Kindern pflegt jene Anhäufung verhältnissmässig stärker auszufallen als bei Männern, in den Blüthejahren bedeutender als während der Jugendzeit und im Greisenalter. Gut genährte und sehr magere Personen zeigen in der Menge des Fettgewebes die bedeutendsten Differenzen. Ebenso kann in Folge anhaltenden Hungerns, erschöpfender Krankheiten, sowie durch wassersüchtige Infiltration des Bindegewebes ein gutgenährter Körper rasch seine Fettschichten einbüssen, um sie nachher in den Tagen des Wohlbefindens bald wieder herzustellen. Der Umstand, dass man in sehr abgemagerten Leichen den fettigen Inhalt zwar verschwunden, die Zelle dagegen konservirt findet, muss darauf hinweisen, die letztere als ein bleibenderes Gebilde aufzufassen, wo bei nachheriger Zunahme des Embonpoints der flüssige Inhalt durch Fetteinlagerung verdrängt werden kann, eine Anschauung, welche auch durch die embryonalen Zustände des Gewebes (s. u.) bestätigt wird.

Bei höheren Graden der Fettleibigkeit, wie wir sie z. B. durch Mästen unserer Haussäugethiere künstlich erzielen, begegnet man Fettzellen an Stellen, wo sie sonst nicht vorkommen, so z. B. in dem weichen Bindegewebe zwischen den Fäden der quergestreiften Muskulatur. Der Muskel wird hierdurch in seiner Funktion beeinträchtigt. Ganz ähnlich gestalten sich allmählich längere Zeit nicht gebrauchte Muskelpartieen. (Von diesen »fettdurchwachsenen« Muskeln sind fettige Degenerationen des Muskels wohl zu unterscheiden, wo die Fleischmasse durch eine fettige Einlagerung in das Innere des Fadens zu Grunde geht.) Neugebildetes fettreiches Bindegewebe stellen die Fettgeschwülste oder Lipome dar.

Fettgewebe findet sich im Körper aller Wirbelthiere, aber in sehr wechselnder Quantität und sehr verschiedener anatomischer Vertheilung.

Anmerkung: 1) Fettansammlungen an der Aussenfläche der Synovialkapsel drängen zuweilen Theile der letzteren faltenartig in die Gelenkhöhle herein und stellen so die *Havers'schen* *Glandulae mucilaginosae* her. — 2) Die Zellen des Kno-

chenmarks sind nach *Koelliker* etwas kleiner und zeigen nicht selten, mit nabelartiger Wölbung der Hülle verbunden, einen dicht an der Peripherie gelegenen Kern (Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abtheil. 1. S. 303). Das Mark, welches das schwammige Knochengewebe erfüllt, hat eine abweichende Textur, deren später zu gedenken ist. Manche Drüsenzellen können mit Fett so erfüllt sein, dass sie das Bild einer gewöhnlichen Fettzelle wiedergeben.

§ 136.

Die Fettzellen stellen Behälter für die physiologische Ablagerung der Neutralfette des Körpers dar; die Ueberfüllung mit Fett muss von einer gewissen Lebenszeit an als der normale, die Fettarmuth als ein regelwidriger Zustand bezeichnet werden. Warum gerade sie zu einer derartigen Fettaufnahme befähigt sind, weiss man noch nicht.

Schon früher (§ 27—30) war von den Neutralfetten des menschlichen Körpers und dem gegenwärtigen ungenügenden Zustande unseres Wissens die Rede, so dass es überflüssig sein würde, derselben nochmals hier ausführlicher zu gedenken.

Wie sich damals ergab, besteht das Fettgemenge des Organismus aus Tripalmitin, Trimargarin und Tristearin, welche von einem ölartigen Neutralfette, dem Triolein in Lösung gehalten werden. Je mehr der festeren Fette in letzterem enthalten sind, um so höher stellt sich der Schmelzpunkt des Gemenges oder um so leichter erstarrt nach dem Tode dasselbe zu festerer, talgartiger Masse. Hierin ergeben sich nach den einzelnen Körperstellen eines und desselben Thierkörpers Differenzen. Ebenso wechselt die Konsistenz des Fettes verschiedener Thiergruppen. In letzterer Hinsicht kommt das Fettgewebe der Fleischfresser und der Dickhäuter am meisten mit dem menschlichen überein, während bei Wiederkäuern und Nagethieren es viel fester erscheint. Ganz ölartig beschaffen ist das Fettgewebe von Cetaceen und Fischen, ein bei dem Aufenthalte der Thiere im Wasser nothwendiges Mischungsverhältniss.

Was die chemische Beschaffenheit[1]) der die Fettgemenge beherbergenden Zelle betrifft, so weiss man darüber gegenwärtig Folgendes: Nach Extraktion des fettigen Inhaltes durch Aether und heissen Alkohol bleibt die Zelle entleert und kollabirt zurück. Von Essigsäure wird ihre Hülle nicht angegriffen; doch erfolgt ein Austritt von Fetttröpfchen durch sie (was auch die Behandlung mit Schwefelsäure, ebenso Erwärmung herbeiführen). Ferner leistet die Zellenmembran der Kalilauge einen mehr oder weniger energischen Widerstand[2]). Sie dürfte aus elastischer Materie oder einem verwandten Stoffe bestehen, wofür auch die histologische Verwandtschaft mit Bindegewebskörperchen spricht (s. u.).

Die physiologische Bedeutung des Fettgewebes fällt zum Theil mit derjenigen der Thierfette überhaupt zusammen. Das Fettgewebe wird bei der in der Körperwärme flüssigen Inhaltsmasse seiner Zellen als Vertheiler des Druckes, als Polster wirken, ebenso eine nachgiebige Ausfüllungsmaterie zwischen Körpertheilen bilden müssen. Bei seinem schlech-

ten Wärmeleitungsvermögen muss es die Wärmeabgabe des Körpers, das Erkalten desselben beschränken. Ebenso wird gleich anderen Fetten der fettige Zelleninhalt, namentlich wenn er aus der Zellenhöhle weggeführt, zur Blutbahn zurückkehrt, durch den atmosphärischen Sauerstoff Zersetzungen erleiden, als deren Endfaktor die Bildung von Kohlensäure und Wasser, verbunden mit einer Wärmeentwicklung resultirt.

Die Neutralfette des Fettgewebes stammen aus dem Fette oder den zur Fettumwandlung geneigten Bestandtheilen der Nahrung, womit die reichliche Fettablagerung bei guter Ernährung in Uebereinstimmung ist. Da das Fett der Nahrungsmittel als Neutralfett in die Anfänge der Chylusbahn einkehrt, im Blute verseift getroffen wird, nachträglich aber wieder als Neutralverbindung die Zellenhöhle erfüllt, so entsteht die physiologisch wichtige Frage, was aus dem bei der Verseifung ausscheidenden Glycerin in den thierischen Säften werde und woher bei nachheriger Spaltung der Seifenverbindung der organische Körper stamme. Hierüber besitzt man zur Zeit noch keine Thatsachen (§ 24).

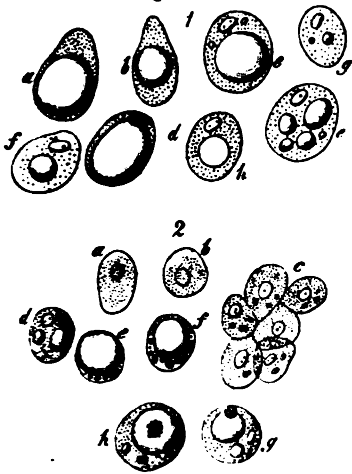
Anmerkung: 1) Vergl. *Mulder*'s physiol. Chemie S. 619; *Schlossberger* a. a. O. 1te Abth. S. 140. — 2) *Mulder* und *Donders* schreiben der Fettzelle noch eine zweite äussere, in chemischer Hinsicht weniger resistente Umhüllung zu, was wohl auf einer Verwechslung mit anliegendem Bindegewebe beruht.

§ 137.

Die erste Entstehung der Fettzellen beim Embryo und das frühere Verhalten des Gewebes kennt man theilweise. Die normale Bildung der Fettzellen ist entweder eine primäre, aus Embryonalzellen unmittelbar erfolgende, oder wie bei dem Knochenmarke eine nachträgliche, durch Umwandlung von Abkömmlingen der Knorpelzellen geschehende. Letztere findet beim Knochen ihre Erörterung, so dass es sich hier nur um die primäre handelt. Nach den Angaben von *Valentin*, welche ich indessen ebensowenig als *Gerlach* bestätigen kann, sollen bei menschlichen Früchten schon frühe, in der vierzehnten Woche an der Fusssohle und Hohlhand vereinzelte fettleere Fettzellen zu bemerken sein[1]).

In späterer Zeit (Fig. 158. 2) bietet das Fettgewebe ganz eigenthümliche Bilder dar. Es liegen in der charakteristischen Aneinanderdrängung (*c*), polyedrisch abgeplattet und von dem bekannten Gefässnetz umsponnen, ansehnliche kuglige Zellen (*a. b*) mit bläschenförmigem Kerne und einem feinkörnigen Inhalte, aber in der Regel noch ohne Fetttröpfchen. Die Zellen besitzen (für Schafembryone von etwa 10 Zoll Länge) die halbe Grösse des Ausmaasses vom erwachsenen Thiere, während die Kerne im Mittel 0,00286‴ betragen. Sehr schön macht sich nun die allmähliche Einfüllung des fettigen Inhaltes, welche man in einer Menge verschiedener Stufen nebeneinander beobachten kann und die uns in umgekehrter Reihenfolge die Bilder der an Fett verarmenden Zelle des reifen Körpers (§ 134) wiederholt. Man sieht einzelne kleine Fetttröpfchen erscheinen

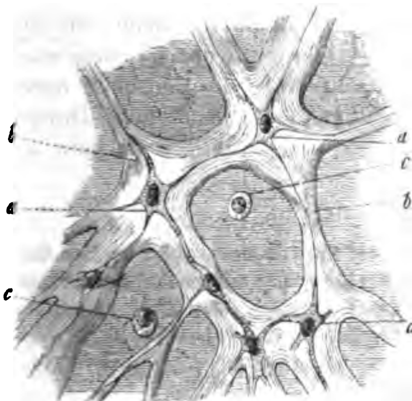
Fig. 158.



(*d*), diese werden dann zahlreicher (*g*), fliessen zu grösseren zusammen (*e. f. h*) und der ursprüngliche feinkörnige Zelleninhalt schwindet mehr und mehr. Im Uebrigen erfolgt bei den einzelnen Säugethieren die Fetteinfüllung bald frühe, bald sehr spät[2]). Die Fettzellen der frühen Lebenszeit sind, wie man seit den Tagen *Raspail*'s weiss und wie unser Beispiel lehrte, beträchtlich kleiner als im Zustande der Körperreife. Aus *Harting*'s[3]) sorgfältigen Messungen ergibt sich, dass beim Neugeborenen die Fettzellen der Orbita das ungefähre halbe Ausmaass, diejenigen der Handfläche etwa den dritten Theil des Durchmessers von denen des Erwachsenen besitzen. *Harting* schliesst hiernach, dass mit der Volumzunahme des Organs nur eine entsprechende Vergrösserung der Zellen stattfinde. Interessant wäre die Beantwortung der von ihm angeregten Frage, ob die Fettzelle des mageren Körpers kleiner ausfällt als die des gut genährten und fettreichen.

Am Schlusse dieses Abschnittes müssen wir der histogenetischen Bedeutung der Fettzelle, ihren Beziehungen zu Bindegewebekörperchen und Bindegewebefibrillen einige Worte widmen.

Fig. 159.



Gewebe der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs, zugleich als Schema der Entwicklung des formlosen Bindegewebes dienend; *a* Bindegewebskörperchen; *b* Bindegewebebalken; *c* kuglige Bildungszellen, möglicherweise in Fettzellen übergehend.

Wie die Betrachtung des Gallertgewebes ergibt, verwandelt sich ein Theil der embryonalen Bildungszellen des formlosen Bindegewebes zu spindel- und sternförmigen Zellen, während andere unverändert die kuglige Gestalt bewahren und in sehr verschiedenen Grössen getroffen werden, eingelagert in den Gallerträumen zwischen dem sich bildenden bindegewebigen Balkennetze. Aus ihnen dürften die Fettzellen grossentheils hervorgehen[4]), so dass es von der Lagerung abhinge, ob eine Zelle spindel- und sternförmig auswüchse oder allseitig sich vergrösserte. Indem zwischen den einzelnen Zellen des reifen Fettgewebes Bindegewebekörperchen

und elastische Röhren nur spärlich oder auch streckenweise gar nicht vorkommen, wird man die bindegewebigen Umhüllungs- und Zwischenmassen von den Fettzellen in ähnlicher Weise abzuleiten haben, wie sonst von den verästelten Körperchen. Bindegewebekörperchen und Fettzellen sind hiermit unserer Meinung nach nur Varietäten einer an sich gleichwerthigen Zelle. Erstere machen den typischen Gang durch, letztere von der Fetteinlagerung und vorher schon der Einbettung einer reichlichen feinkörnigen Substanz getroffen, dehnen sich zwar aus, bleiben aber auf der Stufe rundlicher Zellen stehen.

Diese nahen Verwandtschaftsbeziehungen beiderlei Zellenformen werden durch weitere Beobachtungen bestätigt. Wie *Virchow*, *Wittich* und *Förster*[5]) angeben, sind atrophische Organe oft umhüllt und durchsetzt von massenhaftem Fettgewebe. So gedachten wir früher einer derartigen Umwandlung zwischen den Elementen des Muskelgewebes.

Fig. 160.



Bindegewebskörperchen eines fettig durchwachsenen menschlichen Muskels im Uebergang zu Fettzellen; *a* fast unveränderte Bindegewebszelle; *b* mit Fett sich füllende Zellen; *c* solche, deren Ausläufer abnehmen; *d* die Fettzelle.

Hier (Fig. 160) trifft man nun in dem die Fleischmasse durchsetzenden laxen Bindegewebe alle Uebergangsformen der Bindegewebskörperchen zu Fettzellen. Man sieht erstere (*a*) sich allmählich mit kleineren und grösseren Fetttröpfchen füllen (*b*), welche mit einander zu verfliessen beginnen, wobei die anfangs spindel- oder sternförmige Zelle nach und nach (*c*) zur Kugelgestalt der Fettzelle (*d*) ausgedehnt wird. Es gehen somit hier aus Bindegewebekörperchen Fettzellen hervor, was ebenfalls für die Lipome durch *Förster* beobachtet wurde. Auch die Frage nach einer Umwandlung der Fettzelle zur Bindegewebszelle scheint bejaht werden zu müssen. So soll man bei hungernden Fröschen diesen Bildungsgang finden. Ebenfalls ziehe ich eine Beobachtung *Koelliker*'s[6]) hierher, wonach in dem wassersüchtigen Unterhautzellgewebe des Menschen neben den kugligen, serumhaltigen Fettzellen Verwandlungen anderer zu spindelartigen und strahligen Formen getroffen werden können.

Anmerkung: 1) *Valentin*'s Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835. S. 271. *Gerlach* a. a. O. S. 71. — 2) *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 183. — 3) a. a. O. S. 51. — 4) Man vergl. hierzu eine Stelle bei *Schwann* S. 142. — 5) *Virchow*'s Archiv Bd. 8. S. 538 (*Virchow*), Bd. 9. S. 194 (*Wittich*) und Bd. 12. S. 203 (*Förster*). — 6) Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 20.

8. Das Bindegewebe.

§ 138.

Mit dem Namen des Bindegewebes[1]) bezeichnet man eine durch den Körper sehr weit verbreitete Masse, welche gleich dem Gallertgewebe

aus Zellen (Bindegewebskörperchen) und Intercellularsubstanz besteht. Letztere ist aber hier eine leimgebende, und zwar fast immer collagene, nur sehr selten und ausnahmsweise eine Chondrin liefernde. Ebenso charakterisirt sich dieselbe durch ihre Neigung zu fibrillärer Zerspaltung, welche dann in der That bei einem jeden gut ausgebildeten Bindegewebe mehr oder weniger vollkommen eingetreten ist und die Bindegewebefibrillen mit den Bindegewebebündeln ergibt. Auch die zelligen Elemente unseres Gewebes bieten in auffälligster Weise das Bestreben dar, sich mit ihren Ausläufern zu einem elastischen Röhrennetze zu verbinden, das sehr häufig nachträglich den hohlen Charakter verliert und zu einem Netzwerk solider elastischer Fasern sich umgestaltet.

Wenn es nun auch möglich ist, mit diesen wenigen Worten das Eigenthümliche der meisten bindegewebigen Massen unseres Körpers zu bezeichnen und wenn unter diesen Gesichtspunkten das Bindegewebe vielfach nur eine weitere Entwicklungsform jener Massen darstellt, welche der vorige Abschnitt als Gallertgewebe behandelt hat, so müssen wir andererseits festhalten, dass sehr häufig bindegewebige Theile von dem vorausgeschickten Schema mehr oder weniger, nicht selten sogar bis zur Unkenntlichkeit, abweichen. Das Bindegewebe erscheint nämlich unter so manchfachen Gestalten, welche theils als Jugendformen, theils als Weiterbildungen nach eigenthümlichen Richtungen hin anzusehen sind, dass die Grenze unseres Gewebes sehr schwer zu ziehen ist und jeder Histologe der Gegenwart Dinge Bindegewebe nennt, die sich oftmals sehr weit von dem Bilde einer früheren mikroskopischen Epoche entfernen.

Fragen wir nun aber, um für die Manchfaltigkeit der kommenden Besprechung einen vorläufigen Leitfaden zu gewinnen: welches sind diese Modifikationen? so wäre darüber Folgendes zu bemerken.

Wir erhalten einmal eine Erscheinungsform unseres Gewebes, die sich charakterisirt durch eine sparsame Entwicklung der Zwischensubstanz bei reichlichen und vollkommen ausgebildeten, auf der Stufe einfacher Zellen oder des Zellennetzes stehenden Bindegewebskörperchen. Von fibrillärem Zerfalle jener ist hierbei in der Regel nichts zu bemerken. Die Zellen können den gewöhnlichen homogenen Inhalt bewahren oder sie vermögen sich mit Körnchen von Melanin zu erfüllen und ergeben dann die sogenannten sternförmigen Pigmentzellen. Während bei regelloser Lage der Bindegewebskörperchen die homogene Zwischenmasse keinen deutlichen Zerfall nach einer bestimmten Richtung hin erkennen lässt, treffen wir andererseits in bindegewebigen Theilen die Zellen reihenweise geordnet und jetzt gewinnt die Intercellularsubstanz eine Spaltbarkeit in der durch die Zellenlagerung vorgezeichneten Direktion; sie zerklüftet sich in Bänder und Platten.

Beiderlei Zellenlagerungen führen uns nun allmählich, indem die Zwischenmasse faltig, streifig und endlich fibrillär wird, zu ausgebildetem Bindegewebe. Hierbei — und es kommt so eine neue Verschieden-

artigkeit in das Gewebe hinein — vermögen die Bindegewebskörperchen den ursprünglichen Zellencharakter zu bewahren oder in der Verlängerung ihrer Ausläufer und der Verschmelzung weiter und weiter fortzuschreiten, so dass wir ein elastisches Röhrenwerk auf verschiedenen Stufen der Entwicklung gewinnen. Umgekehrt kann aber auch die Form eines derartigen Röhrennetzes weit vorgeschritten sein, während die bindegewebige Zwischenmasse es nicht zum fibrillären Zerfall gebracht hat. Die Weiterentwicklung von Grundmasse und Zellen gehen daher nicht immer parallel. Endlich tritt, gewöhnlich mit einer Zunahme der Dicke verbunden, sehr häufig eine Solidifikation jener elastischen Röhren ein, es kommt zu festen elastischen Fasern und Fasernetzen. Aber auch Begrenzungsschichten bindegewebiger Zwischenmasse vermögen sich zu elastischer Materie umzuwandeln und bei nachträglicher Resorption einzelner Stellen ein Geflechte elastischer Fasern, Balken und Platten zu bilden, welches wir leider zur Zeit nur sehr ungenügend von dem aus Zellen hervorgegangenen auseinander zu halten im Stande sind.

Doch damit ist nur die aufsteigende Bildungsreihe des Bindegewebes in ihren Hauptzügen gegeben. Es findet sich auch eine mehr rückschreitende, deren Ermittlung gegenwärtig noch eine sehr missliche ist. Die Bildungszellen der Bindegewebskörperchen vermögen, wie wir glauben, schon frühe, von der stark überhandnehmenden Grundsubstanz gewissermaassen erdrückt, einen theilweisen Untergang zu erfahren, indem die Membranen verschwinden und nur die Kerne als Zeugnisse früherer Zellen übrig bleiben[2]. Wir erhalten so bindegewebige Massen eigenthümlicher Art, bisweilen durch die regelmässigere Stellung der Kerne mit balkigem und bandartigem Zerfall der Intercellularsubstanz. Diese vermag granulirt zu erscheinen, kann streifig werden und wohl hier und da es auch zu den Anfängen fibrillären Zerfalles bringen. Solche Umwandlungen machen es uns auch begreiflich, dass homogenes kernhaltiges Bindegewebe gar nicht selten kontinuirlich nach und nach in ein exquisit fibrilläres mit ausgebildeten Bindegewebskörperchen überzugehen vermag.

Anmerkung: 1) Es dürfte hier nicht unpassend sein, dem Entwicklungsgange der Bindegewebsfrage einige Worte zu schenken. In der Anfangsperiode der neueren Gewebelehre erscheint das Bindegewebe als eine aus feinen wasserhellen Fäden (die sich theils kreuzen, theils bündelweise verbinden) bestehende Masse ohne weitere Elementartheile. — Im Jahre 1841 beschrieb *Henle* die Bindegewebsfibrillen ähnlich, machte aber zugleich auf homogene, sie verbindende Zwischensubstanz aufmerksam, sowie auf das Auftreten feiner elastischer Fäden, welche er aus der Verschmelzung länglicher Kerne entstehen liess (Kernfasern). Daneben können nach ihm letztere auch getrennt vorkommen. Ebenso finden sich zwischen dem Bindegewebe die Elemente eines zweiten Gewebes, des elastischen. Vorher schon hatte *Schwann* auf seine Untersuchungen hin ein Hervorgehen der Bindegewebebündel aus Zellen angenommen. Ebenso war man auf die im Texte angeführten kerntragenden Bänder bindegewebiger Massen bereits aufmerksam geworden. — Im Jahre 1845 trat *Reichert* mit völlig anderen Resultaten auf. Nach ihm ist das Bindegewebe eine scheinbar strukturlose Masse, von bald glashellem, bald feinkörnigem Anschein und mit einer wech-

selnden Menge von Kernrudimenten versehen. Indem jene sich leicht in regelmässige Runzeln und Falten legt, ebenso künstlich in Fasern gespalten werden kann, wird es nach obigem Forscher begreiflich, dass eine frühere Zeit diese Artefakte für die natürlichen Formelemente halten konnte. Bindegewebe geht ferner nach *Reichert* nicht aus Zellen hervor, welche in Faserbündel zerfielen, wie *Schwann* angenommen hatte. Die Bildungszellen des Bindegewebes verwachsen vielmehr mit der von ihnen gebildeten Intercellularsubstanz und nur Kernreste bleiben übrig. Ebenso bilden sich die elastischen Fasern nicht aus Zellen. — Nach langen, namentlich gegen die *Reichert*'sche Auffassung der Fibrillen gerichteten Kontroversen, machte die Bindegewebefrage 1851 in den Händen von *Virchow* und *Donders* abermals einen grossen Schritt vorwärts, indem diese Forscher in unserem Gewebe die kernhaltigen Zellen mit ihrer Umwandlung zu elastischen Röhren und Fasern als Wesentliches erfassten und in dem eigentlichen bisher sogenannten Bindegewebe nur Intercellularsubstanz erkannten, eine Ansicht, welche, wenn auch bis zur Stunde noch manchfach angefochten, ihre Stelle in der Wissenschaft fortan behaupten wird. Gern geben wir im Uebrigen die zahlreichen Lücken des gegenwärtigen Wissens und das Hypothetische mancher Deutungen zu. Gerade in letzterer Zeit ist die Literatur des Bindegewebes eine ungemein reiche geworden, indem fast jeder Histologe sich gedrungen fühlte, über das so vielfach kontroverse Gewebe sein Votum abzugeben. — 2) Man wird an ähnliche Verhältnisse des Gallertgewebes (Glaskörper) erinnert (§ 180).

§ 139.

Es dürfte nach dem Vorausgeschickten am passendsten sein, zuerst jener niedersten Erscheinungsweisen des Bindegewebes zu gedenken, wo in einer homogenen, granulirten oder höchstens schwach fibrillären Intercellularmasse freie Kerne vorkommen. Indem aber daneben auch Zellen (als Vorläufer der Bindegewebekörperchen) aufzutreten vermögen, gehen derartige Gewebe ohne eine irgendwie scharfe Grenze in Gebilde über, welche in mehr homogener Grundsubstanz eingebettete Bindegewebszellen führen und von letzterem bis zu vollständig ausgebildetem Bindegewebe finden sich ebenfalls der Zwischenformen gar manche. Ebenso ist es bei dem heutigen Zustande des Wissens geradezu unmöglich, die Grenze eines derartigen niedrigsten Bindegewebes gegenüber anderen Geweben sicher zu ziehen.

Zu jenem unvollkommenen Bindegewebe zählen wir namentlich das bindegewebige Gerüste von Gehirn und Rückenmark, das Gewebe der Zahnpulpa, manche Häute feiner mikroskopischer Gefässe, das Neurilem kleinster Nervenstämme, die Kapseln der *Pacini*'schen Körperchen, die Substanz der Tastkörperchen und Endkolben, sowie die sogenannten *Remak*'schen Fasern des Nervensystems.

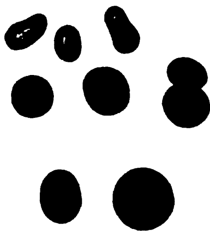
Gerade bei der bindegewebigen Substanz, welche in den Centralorganen des Nervensystems, dem Gehirn und Rückenmark als Trägerin der nervösen Elemente vorkommt[1]), tritt uns die Unmöglichkeit einer irgendwie scharfen Abgrenzung von den nervösen Formelementen höchst störend entgegen, so dass jene einen der misslichsten Abschnitte der heutigen Gewebelehre bildet. Es kann uns desshalb

kein Wunder nehmen, dass einerseits namentlich *Bidder* und seine Schüler dem bindegewebigen Substrat jener Nervencentren eine sehr grosse Verbreitung zuschreiben, während von manchen Forschern für jene Organe andere als nervöse Formelemente fast ganz in Abrede gestellt werden.

Da wo die bindegewebige Grundlage in stärkerer Ausbildung und überhaupt reiner auftritt, wie es an dem sogenannten Ependym des Höhlensystems im Gehirn der Fall ist, ebenso in der den Centralkanal des Rückenmarks begrenzenden Substanzschicht, erscheint sie als eine Masse von mehr homogenem, oder streifigem, oder auch sehr fein fibrillärem Ansehen, in welcher man strahligen und spindelförmigen Bindegewebskörperchen begegnet. Ob sie leimgebender Natur oder von einer anderen Beschaffenheit, vermögen wir noch nicht zu sagen. Dieses Gewebe geht nun kontinuirlich über in eine weit verbreitete, sehr feinkörnige und überhaupt sehr zarte Substanz, welche in der grauen Masse der Centralorgane getroffen wird und neben einzelnen kleinen rundlichen Zellen eine grosse Menge freier Kerne von ähnlicher Gestalt enthält, die allerdings ebensowenig als ihre Zwischenmasse einem Bindegewebe ähneln und desshalb vielfach auch für nervöse Formelemente gehalten worden sind und werden.

Sehr interessant ist die in neuester Zeit von *Gerlach* an der die *Sylvi*'sche Wasserleitung begrenzenden Ependymschicht gemachte Beobachtung. Er fand, dass die fadenförmigen Ausläufer ihrer Flimmerzellen in die von den Bindegewebskörperchen gebildeten fadenartigen Verlängerungen übergehen (§ 111), ein Strukturverhältniss, was sich wohl auch bei dem entwickelteren Bindegewebe mancher Schleimhäute wiederholen dürfte.

Fig. 161.



Corpuscula amylacea aus dem Gehirn des Menschen.

Das Ependym zeigt häufig in Leichen und in einer mit der hereinbrechenden Zersetzung proportionalen Menge die früher (§ 21) behandelten sogenannten Amyloidkörperchen (Fig. 161). Ob sie unter abnormen Verhältnissen schon während des Lebens entstehen können, lassen wir dahin gestellt sein.

Anmerkung. 1) Vergl. *Virchow*, Gesammelte Abhandlungen S. 890 und Cellularpathologie S. 246; *Koelliker*'s Handbuch, 3te Auflage S. 291, 317 und 321, sowie in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 1; *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857 und *Gerlach*, Mikroskopische Studien.

§ 140.

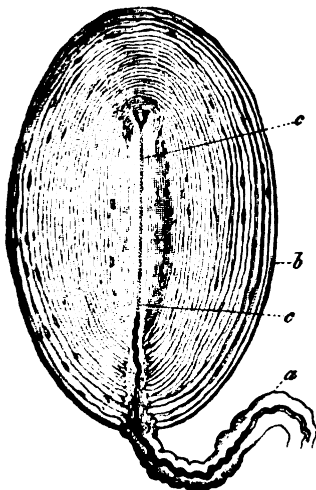
An anderen Theilen verliert eine ebenfalls noch unentwickelte bindegewebige Masse die grosse Weichheit und Zerstörbarkeit, welche wir an

derjenigen von Gehirn und Rückenmark antreffen, und indem das Ganze derber, resistenter wird, gelingt die mikroskopische Erforschung leichter. Das Gewebe scheint in chemischer Hinsicht nicht gleich auszufallen, indem es bald von Essigsäure erblasst, bald nicht verändert wird und endlich sich sogar durch dieses Reagens zu trüben vermag. Ebenso befinden wir uns in der Unmöglichkeit, eine Grenze zwischen derartigen Geweben und anderen, z. B. einer Form der Nervenfasern, zu ziehen und wir vermissen noch für diese Bindegewebsbildungen den Schlüssel eines jeden wissenschaftlichen Verständnisses, die Entwicklungsgeschichte.

Es möge das Gewebe der Zahnpulpa[1]) hier den Anfang machen. Letztere erfüllt als ein gefäss- und nervenreiches Säckchen die Zahnhöhle. Man bemerkt als Grundlage eine homogene, nur hier und da einmal fasernde Intercellularsubstanz, die nicht selten körnig getrübt erscheint und zahlreiche Kernformationen von rundlicher oder ovaler Gestalt eingebettet enthält. Strahlige Bindegewebskörperchen, ebenso elastische Röhren und Fasern fehlen entweder noch gänzlich oder kommen höchstens in schwachen Andeutungen vor. Bei Anwendung der Essigsäure hellt sich unsere Masse durchaus nicht auf; sie wird im Gegentheil trüber und undurchsichtiger.

In manchen mikroskopischen Gefässen begegnen wir einer Lage von homogenem wasserhellem Bindegewebe mit mehr oder weniger zahlreichen länglichen Kernen von vertikaler Stellung, während in grösseren Stämmchen die homogene Grundmasse fibrillär zu zerfallen beginnt. Das Ganze wird von Essigsäure aufgehellt.

Fig. 162.



Pacini'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze; *a* Nervenfaser umhüllt von strukturlosem Neurilem; *c. c* marklose Endfaser; *b* die durch Flüssigkeit auseinander gehaltenen Kapselsysteme (nach *Ecker*).

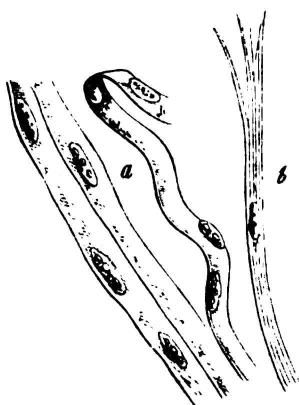
Die Scheide sehr feiner Nervenstämmchen (Perineurium) besteht aus einer ganz ähnlichen, wasserhellen Substanz, in welcher längsovale, etwa 0,00333—0,005‴ messende Kerne vereinzelt eingebettet liegen. Geht man von jenen zu etwas stärkeren Zweigen über, so sieht man die Grundmasse der Hülle streifig und fibrillär sich gestalten und statt der Kerne Bindegewebszellen vorkommen, bis endlich an grösseren Nervenstämmen das Neurilem einen exquisit fibrillären Charakter gewinnt und reichliche elastische Fasernetze erkennen lässt.

Ein gleichfalls mehr homogenes Bindegewebe, in welchem zarte Bindegewebskörperchen nachzuweisen sind, stellt das Kapselsystem der sogenannten *Pacini*'schen Körperchen (Fig. 162. *b*), räthselhafter

Nervengebilde dar, auf welche man in neuerer Zeit aufmerksam geworden ist. Es geht im Uebrigen ihr Bindegewebe kontinuirlich in jenes Neurilem einfachster Art über (*a*), dessen wir vorhin gedachten.

Die Tastkörperchen der Haut und die Endkolben (s. u.) bestehen aus homogener Substanz mit Kernen und Bindegewebskörperchen.

Fig. 163.

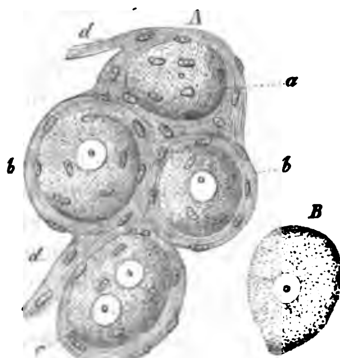


Remak'sche Fasern des Kalbes (nach *Henle*). *a* Einfache, glatte, kerntragende Bänder; *b* eine Faser mit fibrillärem Zerfall.

Wir schliessen endlich die sogenannten *Remak*'schen Fasern (Fig. 163) hier an, über welche seit 20 Jahren ein noch nicht ausgekämpfter Streit durch die Annalen der Wissenschaft sich hinzieht.

Die *Remak*'schen Fasern[2]) kommen bei Mensch und höherem Wirbelthier in den Bahnen des sympathischen Nervensystems, und zwar häufig in überwiegender Menge vor. Es sind durchsichtige, platte Bänder von etwa 0,00167—0,00300''' Breite und 0,00083''' Dicke, gewöhnlich von homogenem Ansehen, welche von Strecke zu Strecke längsovale oder auch mehr spindelförmige Kerne von etwa 0,00300 — 0,005''' Länge führen (*a*). Bisweilen zerfasert, freilich in unvollkommener Art, eine solche bandartige Faser in Fibrillen (*b*). Neben ganz ungetheilten derartigen Bändern begegnet man anderen, welche sich spalten. Ebenso umgibt ein gleiches homogenes, kerntragendes Bindegewebe als äussere sekundäre Kapsel in den Ganglien die Zellen (Fig. 164. *A*). Man hat Gelegenheit, nicht selten zu bemerken, wie von dieser bindegewebigen Umhüllungsmasse platte Bänder abtreten (*d*. *d*), welche in *Remak*'sche Fasern übergehen. Achten wir darauf, dass niederen Wirbelthieren derartige Fasern gänzlich oder fast vollkommen fehlen, dass die unseres Körpers mit der peripherischen Ausstrahlung des Sympathicus zuweilen seltener werden und in den Nervenknoten von den bindegewebigen Umhüllungen der Ganglienzellen entspringen können, so dürfte, wenn man noch der Möglichkeit eines fibrillären Zerfalles eines derartigen Bandes eingedenk bleibt, über die bindegewebige, nicht nervöse Natur wenigstens eines Theiles dieser Massen kein Zweifel herrschen,

Fig. 164.



Ein Stückchen aus einem sympathischen Ganglion des Menschen; *A*. 4 Ganglienzellen (bei *a* eine kernlose, bei *b* eine doppeltkernige Zelle), umgeben von homogenem kernführendem Bindegewebe *b*. *b*, welches in *Remak*'sche Fasern bei *d*. *d* sich fortsetzt; *B* eine hüllenlose Zelle.

wenn auch letztere von manchen Histologen der Gegenwart gänzlich in Abrede gestellt wird. Wir bemerkten absichtlich: eines Theiles, denn ebenso fest steht es, dass ächte Nervenfasern in einem Bilde aufzutreten vermögen, welches demjenigen der *Remak*'schen Faserformation vollkommen gleicht, wie wir denn auch zur Zeit noch keine Reaktion kennen, um bandartige Bindegewebemassen und blasse kerntragende Nervenfasern irgendwie scharf zu unterscheiden.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Handbuch, 3te Aufl. S. 341 und *Gerlach* a. a. O. S. 175. — 2) Manche Forscher, wie beispielsweise *Valentin*, *Bidder*, *Volkmann*, rechnen sie sämmtlich zum Bindegewebe, andere theilweise, wie *Koelliker*, während gewisse Anatomen, *Remak*, *Leydig* u. A., in ihnen nur Nervenelemente erblicken. Behufs weiterer Belehrung vergl. man: *Remak*, *Observationes anatomicae et microscopicae de systematis nervosi structura. Berolini* 1838; *Henle*, Allg. Anat. S. 629; *Valentin* in *Müller*'s Archiv von 1839 S. 139 und in seinem Repertorium Bd. 3. S. 76, Bd. 5. S. 79; *Bidder* und *Volkmann*, die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems etc. Leipzig 1842; *Koelliker*, die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems etc. Zürich 1845. Man s. endlich die Lehrbücher von *Gerlach*, *Koelliker*, *Leydig* etc.

§ 141.

Höchst eigenthümliche bindegewebige Massen stellen gewisse Gewebe des Wirbelthierkörpers dar, wo zahlreiche grössere Bindegewebszellen mit den Körnchen des schwarzen oder eines nahe verwandten braunen Pigments erfüllt sind, in ähnlicher Weise wie es bei manchen Epithelien (§ 108) vorkommt.

Fig. 165.



Pigmentirte Bindegewebskörperchen (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus der *lamina fusca* des Säugethierauges.

Derartige Bindegewebskörperchen, die sternförmigen Pigmentzellen einer früheren Epoche (Fig. 165), finden sich im menschlichen Körper beschränkt auf das Auge, können aber bei niederen Vertebraten eine enorme Verbreitung erlangen, so dass sie Begleiterinnen aller bindegewebigen Theile werden; so z. B. beim Frosch.

Im menschlichen Auge ist entweder die Zahl derartiger Bindegewebszellen eine sehr beträchtliche und die Menge der Zwischensubstanz eine mässige, sowie letztere selbst mehr homogen, so dass uns Verhältnisse wie beim Gallertgewebe entgegentreten, oder die Zellen kommen mehr vereinzelt unter faserigem, typischem Bindegewebe vor.

Ersteres finden wir in der Chorioidea. In ihr begegnen wir einem dichten Netze dieser Zellen, von stern- und spindelartiger Gestalt mit ovalen Kernen und einer wechselnden Anzahl von Ausläufern, welche

sich vielfach zu ungemein dünnen, zuweilen filzartig erscheinenden Fäden ausziehen. Die Grösse beträgt etwa 0,01—0,02‴. Die Membran der Zelle und ihr ganzes Ausläufersystem ist in Essigsäure unlöslich, wie bei Bindegewebskörperchen. Und in der That ist im Körper des Neugeborenen, wo die Zellenhöhle noch nicht die Inhaltsmasse der Pigmentkörnchen erhalten hat, die Uebereinstimmung mit gewöhnlichen Bindegewebskörperchen eine vollständige.

Diese farblose Beschaffenheit der Chorioidealzellen erhält sich nur ausnahmsweise in späterer Lebenszeit; nämlich bei dem Mangel des Pigmentes, bei sogenannten Albinos, für welche ein weisses Kaninchen uns jeden Augenblick ein Beispiel liefern kann. Als Regel sehen wir, dass bald nach der Geburt bei den meisten unserer Zellen, und zwar in den Körper, wie den dickeren Theil der Fortsätze, die Einlagerung der Farbekörnchen erfolgt[1]). Ebenso erstreckt sich diese Pigmentirung über die Chorioidea hinaus auf die Zellen der *Lamina fusca*, die zwischen jener und der Sklerotika vorkommt.

Auch ein Theil der Bindegewebskörperchen in dem fibrillären Bindegewebe der Iris werden bei dunkel-, nicht aber bei blauäugigen Menschen von ihr erfasst. Doch scheint die Farbemasse hier in der Regel heller, lichter bräunlich zu bleiben.

Untersucht man beim reiferen Thiere oder Menschen (Fig. 163), so fällt an den pigmentirten Bindegewebszellen[2]) eine gewisse Unregelmässigkeit der Gestalt auf, welche wohl durch ein von der Melanineinlagerung bedingtes Hemmniss der Weiterentwicklung zu erklären ist. Ebenso bleibt hier ein breiterer ovaler Kern, während er sonst an weiter vorgeschrittenen Bindegewebszellen lang und schmal wird.

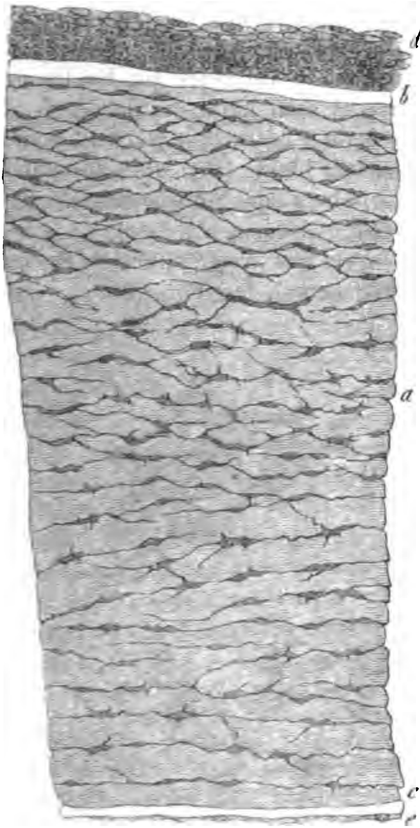
Besonders interessant für die Auffassung der sternförmigen Pigmentzellen als modifizirter Bindegewebskörperchen sind Uebergangsstellen zwischen jenen und rein bindegewebigen Massen. Hierhin kann man die *Lamina fusca* zählen, deren pigmentirte Zellen nach der Sklerotika hin in gewöhnliche pigmentlose Bindegewebskörperchen sich fortsetzen[3]). Ebenso ist es an dem Gewebe eines dunklen Ringes der Fall, welcher bei manchen Säugethieren die Grenze von harter Haut und Cornea bezeichnet. Seine mit Melaninkörnchen versehenen Bindegewebszellen gehen allmählich in die pigmentfreien Bindegewebskörperchen der Hornhaut über (*Wittich*, *His*). Auch pathologische Gewebeverhältnisse können etwas ganz Aehnliches darbieten[4]).

Anmerkung: 1) Die späte Einbettung des Farbestoffes in die sternförmigen Zellen des Auges ist auffallend, wenn man der so frühzeitigen Pigmentirung mancher Epithelien dieses Organes gedenkt. — 2) Vergl. die Arbeiten von *Henle*, *Bruch* u. A. — 3) *Brücke*, Anat. Beschreibung des menschlichen Augapfels. S. 54. — 4) *Förster* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12. S. 200.

§ 142.

Wiederum höher stehend und in chondringebender Zwischensubstanz Bindegewebskörperchen führend, welche zu einem sehr entwickelten Röhrennetze verschmolzen sind, erscheint das Gewebe der **Hornhaut** oder **Cornea** des Auges.

Fig. 166.



Die Hornhaut des Neugeborenen in senkrechtem Durchschnitt (aber bedeutend verkürzt gehalten). *a* Hornhautgewebe; *b* vordere, *c* hintere glashelle Lage; *d* geschichtetes Plattenepithelium; *e* einfache Epitheliallage.

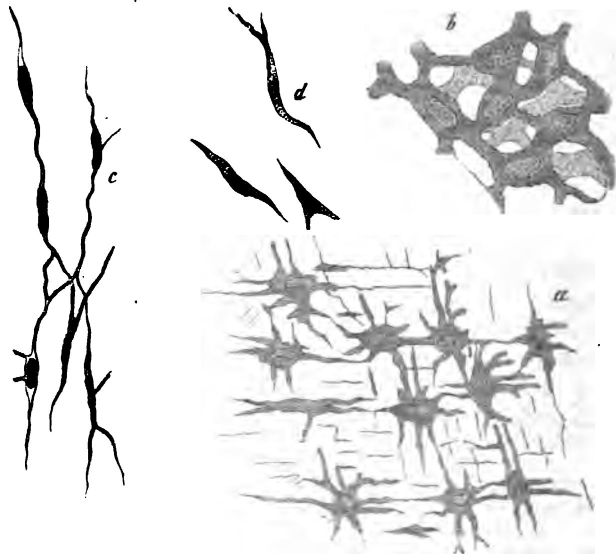
Die Hornhaut[1]) (Fig. 166) zeigt uns an ihrer vorderen Fläche das geschichtete Plattenepithelium der Conjunctiva (*d*), während die hintere von einem Ueberzuge einfacher pflasterförmiger Zellen (*e*) bekleidet wird. Unter beiderlei Zellenschichten treffen wir zunächst je eine glashelle strukturlose Haut oder Lamelle, von welcher die vordere[2]) dünner und nicht recht isolirbar ist, während die hintere stärker und leichter ablösbar erscheint, wie man sie denn auch schon seit Langem kennt.

Erstere (*b*) besitzt eine Dicke von 0,003—0,004‴, löst sich in kochendem Wasser auf, setzt sich aber in keinerlei Weise deutlich gegen das darunter befindliche eigentliche Hornhautgewebe ab. Letztere (*c*), welche den Namen der *Descemet*'schen oder *Demours*'schen Haut trägt und eine mittlere Stärke von 0,007‴ hat, trennt sich in verschiedener Weise von der Cornea und zeigt eine bedeutende Elastizität, so dass sie sich nach vorne umrollt. Sie ist unlöslich und unveränderlich in kochendem Wasser; ebenso wird sie von Säuren nicht angegriffen und durch Weingeist nicht getrübt. An ihrer Peripherie läuft sie als *Ligamentum pectinatum iridis* auf die vordere Fläche der Blendung aus.

Zwischen jenen glashellen Häuten erscheint nun das eigentliche Hornhautgewebe (*a*), aus Intercellularsubstanz und Bindegewebskörper-

chen gebildet. Erstere ist im Allgemeinen noch ohne Fibrillenzerspaltung und geht peripherisch in das fibrilläre Bindegewebe der Conjunctiva, namentlich aber der Sclerotica über[3]). Diese Grundmasse zeigt uns durchsichtige platte Balken von 0,0125—0,04''' Breite und 0,002—0,004''' Dicke, welche sich grossentheils der Fläche nach so ordnen, dass ein unvollkommen geschichteter Bau herauskommt, wobei allerdings häufig genug, namentlich an der vorderen Fläche und an der Peripherie der Cornea, Kreuzungen der Balken bemerkbar sind. Indem letztere entweder in zusammenhängenden Lamellen dargestellt oder von einander abgespalten werden können, hat man die Hornhaut bald für geschichtet, bald für faserig, bald in Vermittlung der zwei Ansichten für beides zugleich erklärt. Nach dem gegenwärtigen Wissen kann die Hornhaut als ein komprimirtes Maschenwerk platter Bänder betrachtet werden, womit auch die doppelte Brechung bei polarisirtem Lichte (*His*) übereinstimmt. Was die Zellen[4]), die Hornhautkörperchen oder Bindegewebskörperchen der Cornea betrifft (Fig. 166. *a* u. 167. *a*), so liegen sie stets zwischen den Balken der Grundmasse und stellen ein verzweigtes, durch Kochen und Mazeration in Säuren isolirbares Röhrennetz dar (Fig. 167. *c*), wel-

Fig. 167.



Hornhautzellen; *a* des Ochsen von der Fläche gesehen; *b* die des Neugeborenen (Oberfläche); *c* die Seitenansicht der Zellen eines viermonatlichen Kindes u. *d* von kleinen Embryonen des Menschen und Ochsen (grösstentheils nach *His*).

ches während des Lebens von plasmatischer Flüssigkeit durchtränkt ist und die Ernährung des im Allgemeinen gefässlosen Gewebes besorgt. Vortrefflich lässt sich die hohle Natur des Netzwerks durch die *Gerlach*'sche Karminfärbung zeigen. Das Röhrennetz ist beim Erwachsenen ein

weitmaschiges und feines, während beim Neugeborenen (Fig. 167. *b*) und namentlich dem Fötus die Bindegewebszellen viel dichter gedrängt liegen.

Letztere (Fig. 167. *a*. *c*) charakterisiren sich durch einen abgeplatteten, meist ziemlich umfänglichen Zellenkörper und eine wechselnde Menge theils eben, theils geneigt verlaufender Ausläufer, von welchen meistens zwei, die in der Längsachse der Zelle ausstrahlen, überwiegend hervortreten. Das seitliche Ansehen unserer Zellen ist daher gewöhnlich ein spindelförmiges (*c*), während die Flächenbetrachtung mehr sternartige Gestalten ergibt (*a*). An der Oberfläche der Hornhaut (*b*) stehen die Zellen dichter, sind kleiner und mehr zu einem bogenartigen Netzwerk verbunden, wobei der Zellenkörper im späteren Lebensalter gewöhnlich sehr verkümmert zu sein pflegt. Was die Grösse der Hornhautzellen angeht, so misst der Zellenkörper 0,00602—0,008''' an Länge, bei einer Breite von 0,00450—0,00549'''. Die Ausläufer haben einen Querschnitt von etwa 0,001—0,00033'''. Der Kern endlich ist 0,004—0,005''' lang. Die mittleren Entfernungen der Hornhautzellen von einander betragen 0,01—0,02'''. Bei Embryonen zeigen die Zellen anfänglich nur wenige Ausläufer, meistens vier, und die Kerne sind bläschenförmig (*d*), wie sie zuweilen auch Theilungserscheinungen darbieten. Das Netzwerk derselben tritt zuerst als ein ungemein dichtes auf. Die Zwischensubstanz, ursprünglich eine sehr spärliche, später an Masse mehr zunehmende, ist noch vollkommen homogen und ohne alle Zerspaltung, wie denn auch das doppelte Lichtbrechungsvermögen noch fehlt. Das Gewebe erinnert in seiner primären Erscheinungsform an manche Arten des Gallertgewebes; doch ist es resistenter. Hiernach sind die Hornhautzellen das wesentliche Gebilde, wie in physiologischer, so auch in anatomischer Hinsicht. Die Grundmasse muss als eine von ihnen nachträglich gelieferte Intercellularsubstanz betrachtet werden und die Richtungen des Zellenwachsthums führen den balkenartigen Zerfall letzterer herbei. Die beiden glashellen Grenzhäute bilden sich schon sehr früh[5]).

Die Hornhaut ist der erste der brechenden Körper des Auges. Ihr Brechungsindex beträgt nach *Krause* 1,3525[6]).

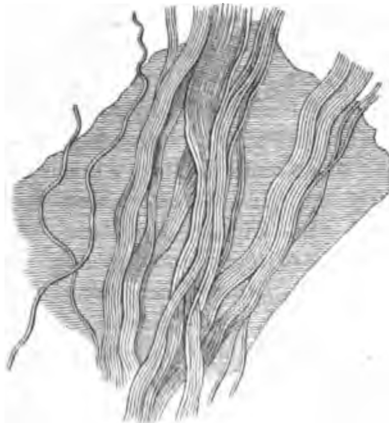
Anmerkung: 1) Die Literatur der Hornhaut ist eine sehr ausgedehnte und in ihren Resultaten sich vielfach widersprechende. Die älteren Ansichten findet man bei *Krause, Henle, Valentin* u. A. Unter den neueren Arbeiten verdienen namentlich die Untersuchungen von *His* Erwähnung. S. dessen Beiträge zur Histologie der Cornea. Basel 1856 und eine frühere Arbeit in den Würzburger Verhandlungen Bd. 4. S. 90. — Ganz andere (unserer Ansicht nach irrige) Angaben bringt *Dornblüth* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, Neue Folge Bd. 7. S. 212. — 2) Sie wurde 1845 zuerst von *Reichert* und *Bowman* entdeckt. — 3) *Reichert* (*Loewig*), Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Leipzig 1858. S. 131. — 4) Die Hornhautzellen sah zuerst *Toynbee* (*Phil. Transactions* 1841. *Part* 2. *p.* 179), später *Virchow*. — 5) Höchst interessante Beobachtungen über die Geschicke der Hornhautzellen bei pathologischen Zuständen verdankt man namentlich *His*. Im reifen Körper fein, enge und ziemlich indifferenter Natur, erleidet das Röhrennetz bei Reizungszuständen der Cornea Erweiterungen seiner Kanäle und in den Zellen beginnen Vermehrungen der

Kerne oder Bildungen von sogenannten Tochterzellen; ebenso kommen Fetteinlagerungen vor, alles Dinge, über welche auf die *His*'sche Arbeit hingewiesen werden muss und die ich nach eigenen, kürzlich angestellten Beobachtungen völlig bestätigen kann. Auch zur sternförmigen Pigmentzelle vermögen in Folge von Melanineinlagerungen die Hornhautkörperchen sich zu verwandeln. — 6) a. a. O. S. 28.

§ 143.

Nach Erörterung dieser abweichenden Bildungen des Bindegewebes wenden wir uns jetzt zu seiner typischen Erscheinungsform. Hier ist die Grundmasse in sehr feine, dehnbare und zugleich elastische Fäden zerfallen von wasserhellem Ansehen, einer etwa 0,00033''' betragenden Dicke und ohne alle Verästelung.

Fig. 168.



Bindegewebebündel (links einige isolirte Fibrillen) in reichlicher homogener Zwischensubstanz.

Diese Primitivfibrillen des Bindegewebes (Fig. 168) verbinden sich in sehr wechselnder Anzahl zu Bündeln und Strängen von höchst ungleicher Stärke, können aber durch die Präparation ziemlich leicht in ansehnlicher Länge von einander abgespalten werden. Die Elastizität des Fadens führt an dem Bindegewebebündel einen eigenthümlichen, zierlich lockigen oder wellenförmigen Verlauf sehr häufig herbei, der vielen Theilen ein schon ohne Mikroskop erkennbares gebändertes und quergestreiftes Ansehen verleiht. Die Verflechtung der Bündel ist im Uebrigen eine verschiedene. In manchen Fällen laufen sie in derselben Ebene neben einander her, wobei oftmals ein ansehnlicher Rest unverändert gebliebener homogener Zwischensubstanz erscheint, als blasse dünne Lamelle die einzelnen Stränge verbindend. Wiederum in andern Fällen ordnen sich die Bündel regelmässig parallel und zwar viel dichter zusammen, so dass der Rest der unveränderten Intercellularmasse sehr zurücktritt (beispielsweise an einer Sehne). Endlich verflechten sich bald mehr wirre, bald auch mehr regulär und rechtwinklig die Bindegewebsbündel in einer Weise, dass keine Richtung des Verlaufes zur vorherrschenden wird (Sclerotica). Es versteht sich nach diesem, dass bindegewebige Theile in Ansehen, Konsistenz etc. sehr verschieden ausfallen müssen[1]).

Die Bindegewebsbündel besitzen nach der Menge der sie bildenden Fibrillen einen bald geringeren, bald stärkeren Quermesser. In-

dem jene wiederum zu stärkeren Strängen sich vereinigen u. s. w., kann man zwischen primären, sekundären und tertiären unterscheiden.

Wichtiger ist die Frage, ob jene Zusammenfassungen der Fibrillen hüllenlos und nackt sind, oder ob eine homogene Substanz scheidenartig verdichtet den Strang umhüllt. Als Regel dürfte ersteres Verhalten fest zu halten sein. Doch gewahren wir an manchen Stellen, wo das Bindegewebe locker zusammengefügt ist, wie z. B. im Unterhautzellgewebe und noch schöner an der Gehirnbasis, gar nicht selten Bündel, welche von bald dünnerer, bald stärkerer Hülle umgeben werden. Diese kann die gewöhnliche leimgebende Natur bewahrt, aber auch eine nachträgliche Umwandlung zu elastischer Masse erfahren haben (s. u.), worüber die Essigsäure Auskunft gibt.

Letztere ist nämlich als wichtigstes Reagens für die Untersuchung des uns beschäftigenden Gewebes zu grossem Ansehen gelangt. Die Bindegewebsbündel, welche entsprechend ihrer collagenen Natur sich durch eine gewisse Unlöslichkeit auszeichnen, verlieren durch die Einwirkung jener Säure rasch ihr faseriges Ansehen und werden unter starker Aufquellung wasserklar, durchsichtig. In dem so aufgehellten Gewebe, welches bei seiner Aufblähung nicht selten ein quergestreiftes Ansehen der Bündel darbietet, treten nun die Bindegewebszellen, elastischen Röhren und Fasern auf das Schönste hervor. Die verschiedenen Mengenverhältnisse elastischer Theile kann man schon ohne Mikroskop bei Anwendung des Reagens taxiren, indem ein an ihnen sehr reiches Bindegewebe sich nur unerheblich aufhellt u. s. w.

Dass keinerlei Auflösung der Bindegewebsbündel durch die Essigsäure stattfindet, ist leicht zu zeigen. Ein Stückchen mit Wasser gut ausgewaschenen angesäuerten Gewebes lässt die Fibrillen wieder sichtbar werden. — Aehnlich wie Essigsäure wirken auch im Uebrigen Kalilösungen.

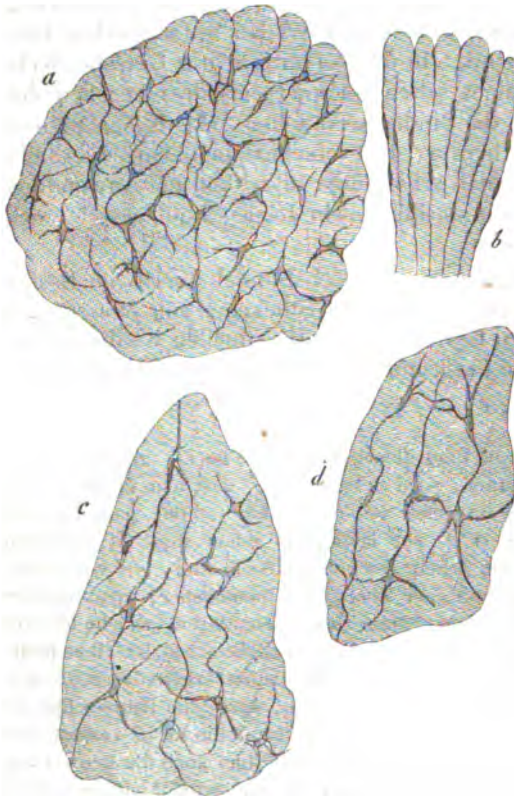
Anmerkung: 1) Indem die Bindegewebsfibrillen so höchst fein und nur in Bündeln zusammenliegend erscheinen, wird es begreiflich, dass man in einer nicht lange verflossenen Zeit die Existenz jener als natürlicher Gebilde ganz läugnen konnte. Es ist dieses (§ 188. Anmerk. 1) von *Reichert* in seiner sonst so wichtigen und anregenden, früher erwähnten Arbeit geschehen. Nach ihm, wie wir sahen, bestünde die Grundmasse bindegewebiger Theile aus homogener, strukturloser Substanz, mit der Neigung, sich in feine Falten zusammenzulegen, welche letztere das Bild der Fibrille ergeben sollten, ebenso mit einer Spaltbarkeit in derselben Richtung begabt. Jede vorurtheilsfreie Prüfung wird die Unhaltbarkeit dieser Theorie ergeben, auf der anderen Seite allerdings auch darthun, dass eine frühere Epoche den Bau des Bindegewebes viel zu uniform angenommen und die Reste wasserheller Zwischensubstanz übersehen hatte. Zum Ueberfluss finde hier noch die Bemerkung ihren Platz, dass an Querschnitten vorher getrockneter und wieder aufgeweichter Sehnen man die Durchschnitte der Fibrillen als feine Pünktchen gewahren kann, ein Verhältniss, was mit der Faltungstheorie zu vereinen wir wenigstens nicht im Stande sind.

§ 144.

Nachdem wir in der fibrillär zerfallenen Intercellularsubstanz den charakteristischsten Theil des Gewebes kennen gelernt haben, wenden wir uns jetzt zu den zelligen Elementen, dem in histologischer Hinsicht wichtigsten Bestandtheile desselben. Seine Zellen, die Bindegewebskörperchen, erscheinen unter der fibrillären Grundmasse und von ihr verdeckt, was Entwicklungsformen und Menge betrifft, in sehr grossem Wechsel.

Seltener halten die Bindegewebszellen eine frühere Stufe das ganze Leben unverändert ein, so dass der Zellenkörper ansehnlich, der Kern noch rundlicher und die Ausläufer mehr kurz getroffen werden. Gewöhnlicher sind die Zellenkörper klein bei undeutlich gewordenem Nucleus und langen ansehnlichen Ausläufern. Als Regel aber muss eine noch weitere Ausbildung der Bindegewebskörperchen zu elastischen Röhren und Fasern festgehalten werden. Es liegt gerade in dieser soweit vorgeschrittenen Umwandlung unserer Zellen ein für das Bindegewebe charakteristischer Umstand, der es vom Gallertgewebe unterscheidet.

Fig. 169.



Die Achillessehne eines Neugeborenen. *a* Querschnitt, *b* Seitenansicht; *c* und *d* die Bindegewebskörperchen und ihre Ausläufer aus einem mehr schief gefallenen Durchschnitte.

Halten wir uns zunächst an eine noch geringere Umwandlung der Bindegewebszellen, wie sie uns die Sehne eines neugeborenen Körpers in einem schönen Beispiel darbietet (Fig. 169), so wiederholen sich hier zunächst in mehr als einer Hinsicht die oben erörterten Verhältnisse der Cornea (§ 142).

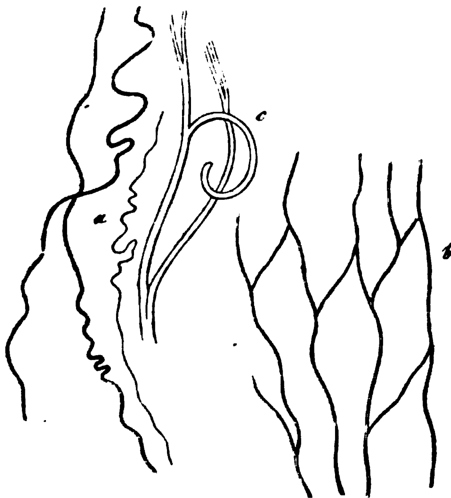
Untersucht man nämlich einen Längsschnitt (*b*), so sieht man spindelförmige Bindegewebskörperchen reihen-

weise hintereinander liegend und durch feine fadenartige Fortsätze mit einander verbunden. Solche Reihen halten einen ziemlich parallelen Verlauf ein und zwischen ihnen erscheint die fibrilläre Bindegewebsmasse. An einem Querschnitte (*a*) sieht man sternförmige Zellen durch ihre Ausläufer netzartig verbunden. Es durchzieht also ein Zellennetz (*c*. *d*) das Sehnengewebe, von dessen vorwiegend longitudinaler Richtung (*b*) der Verlauf der Bindegewebsbündel bestimmt wird.

In manchen Sehnen des erwachsenen Körpers erhält sich, allerdings mit geschwundenem Zellenkörper und durch die zunehmende fibrilläre Grundmasse in weniger dichter Stellung, dieses Zellennetzwerk, oder durch fortgehende Verkleinerung der Zellen und Zunahme der Ausläufer entsteht bei andern Sehnen ein System elastischer Röhren und Fasern. Dass letzterer Name ein irrthümlicher, dass die sogenannten elastischen Fasern der Sehnen im Innern hohl sind, kann man leicht durch die Karminfärbung, ebenso wie *Wittich* dargethan hat, durch Indigochromogen beweisen[1]). Jene stellen das Ernährungsröhrensystem der Sehne dar (vergl. die Hornhaut).

Solche feinste elastische Fasern (Fig. 170. *a*) hatte man früher mit dem Namen der Kernfasern belegt (*Gerber*[2]), *Henle*[3])), indem man sie irrthümlich aus der Verschmelzung spindelförmig verlängerter Kerne wollte entstehen lassen. Sie bilden häufige Vorkommnisse des Bindegewebes mancher Körperstellen, so z. B. des lose gefügten unter der Haut. Ihr Querdurchmesser kann dem einer Bindegewebsfibrille gleich sein; aber die dunkle Kontour und ein weit mehr gewundenes, manchmal korkzieherartiges, bald unregelmässig gekrümmtes, oft knaulförmig zusammengeschnurrtes Ansehen lässt sie leicht erkennen. Letzteres ist Folge ihrer Elastizität, sowie der Durchschneidung und des von der Essigsäure bewirkten Aufquellens des Bindegewebes. Ob alle oder nur ein Theil dieser feinsten elastischen Fasern hohl ist, wissen wir noch nicht. (Dass sie hohl sein können, zeigte uns das Beispiel der Sehne.) In dem Unterhautzellgewebe glaube ich mehrfach durch die Karminfärbung mich von der hohlen Beschaffenheit derselben überzeugt zu haben.

Fig. 170.



Elastische Fasern des Menschen. *a* Unverzweigte, feinste und feinere; *b* ein Netzwerk feinerer elastischer Fasern; *c* eine verästelte dicke Faser.

Indem Astbildungen an solchen feinsten Fasern auftreten und immer häufiger werden, wobei der Querdurchmesser der Röhren auf 0,00063—0,001‴ steigen kann, gelangen wir zu einem elastischen Netze (*b*). Auch hier bedarf es genauerer Untersuchungen, wie weit das Hohlsein für den reifen Körper noch stattfindet und wie weit nicht mehr. Alle Zellenkörper und Kerne an solchen Netzen pflegen sich zu verlieren.

Von diesen elastischen Fasern finden sich nun Uebergänge zu immer breiteren und dickeren (*c*), bei welchen die Höhle im Innern wohl stets verschwunden und das Ganze zu einer soliden Faser geworden ist, welche jetzt, gegenüber den so dehnbaren feinsten Fasern und Röhren, eine oft ansehnliche Sprödigkeit und Brüchigkeit erkennen lässt, so dass die Präparation bei manchen Sorten derselben häufig nur kurze Fragmente uns liefert.

In dieser Weise sind die gelben Bänder der Wirbelsäule ungemein reich an elastischen Fasern von 0,0025—0,00291‴, welche meistens bogenförmig gekrümmt zur Beobachtung kommen und ziemlich zahlreiche Aeste abgeben, die ebenfalls haken- oder rankenartig erscheinen und oft eine bedeutende Feinheit erlangen können.

Derartige starke elastische Fasern haben beim Neugeborenen noch einen geringen Querdurchmesser.

Die Menge des fibrillären Bindegewebes zwischen ihnen fällt sehr verschieden aus. Letzteres, an manchen Stellen noch ziemlich reich, wird an anderen spärlicher und oft zum Verschwinden gering. In letzteren Fällen pflegten frühere Forscher »elastisches Gewebe« zu erblicken.

Es dürfte nun kaum ein passenderes Objekt geben, um derartiges elastisches Gewebe in all seiner Manchfaltigkeit zu studiren als das Wandungssystem grosser Arterien, namentlich bei Säugethieren von einem bedeutenden Ausmaasse des Körpers.

Man begegnet (Fig. 171. *a*) hier dünnen elastischen Membranen, wo eine homogene Zwischensubstanz ein Netz ganz feiner elastischer Fasern darbietet, oder man trifft die membranöse Zwischenmasse von verschiedenartigen Löchern durchbrochen (Fig. 171. *b*) (sogenannte gefensterte Haut von *Henle*). Ebenso begegnet man ganz einförmigen elastischen Häuten ohne eingelagerte Fasern (Fig. 172. 1), die ebenfalls durchlöchert (*a*) ihre Substanzreste in Form von Balken und breiten unregelmässigen Fasern (*b. c*) gewahren lassen. Zwischen ihnen und einem dicht stehenden Balkenwerke sehr breiter elastischer Fasern (Fig. 172. 2) wird dann oftmals die Unterscheidung schwierig und unsicher. Günstigere Objekte bilden jene dichten Netze mit homogener Zwischensubstanz, wie sie Fig. 173 vorführt.

Da, wo es sich um sehr breite elastische Fasern handelt, können die Ränder derselben hier und da einmal sägeartig gezähnelt sein. Häufiger werden die Fasern selbst von sehr feinen Löchelchen durchbrochen. Letzteres trifft man sehr gewöhnlich in den äusseren Schichten der Wallfischaorta, wo die Fasern 0,0025, ja 0,00333—0,00389‴ messen. —

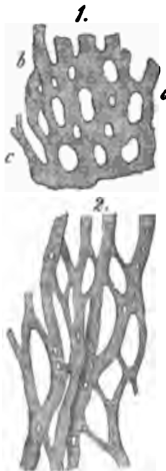
Breite elastische Fasern sind stets solid und werden niemals durch Karmin geröthet[4]).

Fig. 171.



Aus der mittleren Gefässhaut der Carotis des Ochsen. *a* Eine Membran mit einem Netzwerk elastischer Fasern feinster Art; *b* eine ähnliche Haut, welche streckenweise durchlöchert ist.

Fig. 172.



Aus der mittleren und äusseren Gefässhaut der Aorta. 1 Eine elastische Membran des Ochsen von zahlreichen Löchern (*a*) durchbrochen mit dazwischen befindlichen Balken (*b*. *c*); 2 ein Netz sehr breiter elastischer Fasern des Wallfisches, welche theilweise fein durchlöchert sind.

Fig. 173.



Ein sehr dichtes Netzwerk sehr breiter elastischer Fasern aus der mittleren Gefässhaut der Ochsenaorta mit verbindender homogener hautartiger Zwischenmasse.

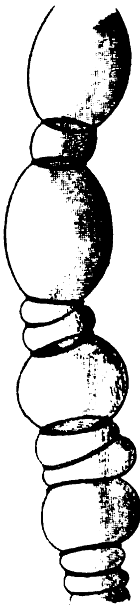
Anmerkung: 1) Vergl. *Förster* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12. S. 197 und *Wittich* ebendaselbst Bd. 9. S. 185. — 2) Vergl. dessen Handb. der allgem. Anatomie des Menschen und der Haussäugethiere. Bern und Chur 1840. S. 70. — 3) a. a. O. S. 193. — 4) Ueber das elastische Gewebe vergl. man *Henle* a. a. O. S. 399; ferner *Koelliker*'s Handbuch, 3te Aufl., S. 68 und *Leydig*, *l. c.* S. 27. Man s. auch *Henle*'s Jahresbericht für 1851. S. 22.

§ 145.

Eine Frage, welche in der letzten Zeit vielfach aufgeworfen und sehr verschiedenartig beantwortet wurde, ist, wie weit elastische Fasern aus Zellen hervorgehen und wiefern sie unabhängig von vorhandenen Zellen als Verdickungsschichten bindegewebiger Theile aufzufassen sind.

Dass Bindegewebekörperchen zu Röhren verschmelzen können, dürfte gegenwärtig von keinem Forscher in Zweifel gezogen werden. Indem man aber für die breiteren elastischen Fasern eine andere Entstehungsweise behauptet hat, kommen die letzterer Ansicht huldigenden Histologen gewöhnlich dahin, elastische Fasern und sogenannte Kernfasern oder feine elasti-

Fig. 174.



Ein Bindegewebebündel von der Basis des Gehirns beim Menschen, mit Essigsäure behandelt.

sche Röhren als verschiedene Bildungen von einander zu trennen (*Reichert*), obgleich niemand eine Grenze bei der mikroskopischen Untersuchung anzugeben vermag. Behält man im Gedächtnisse, dass beim Neugeborenen starke elastische Fasern an Stellen fehlen, wo sie später vorkommen, und dass an ihrer Stelle anfänglich nur feine Röhren zu bemerken sind, so kann kaum eine Umwandlung letzterer in erstere in Abrede gestellt werden. Es würde sich demnach nur um die Entstehung elastischer Fasern unabhängig von vorhandenen Zellen, also durch eine Umwandlung von Intercellularmasse, handeln.

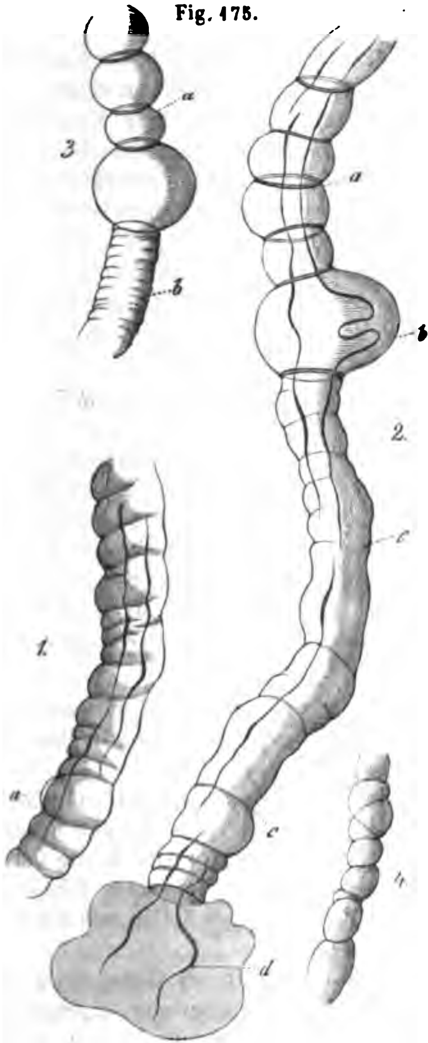
Wohl das sicherste Beispiel einer solchen Entstehung bieten uns die § 123 geschilderten elastischen oder Netzknorpel dar, deren bei jungen Embryonen homogene Grundsubstanz später in elastische Fasern sich umwandelt, wohl nach einem ganz analogen Schema, wie die homogene Intercellularsubstanz des Bindegewebes in Fibrillen zerfällt.

Die Bindegewebebündel, welche von der Arachnoidea an der Gehirnbasis zu grösseren Gefässen gehen (Fig. 174) (aber auch einzelne Bündel des losen Zellgewebes unter serösen Häuten und der Lederhaut, ja selbst der Sehnen) zeigen uns ein interessantes Beispiel der künstlichen Erzeugung von Gebilden, welche ringförmigen oder spiraligen elastischen Fasern auf das Haar gleichen und auch für solche genommen worden sind. Man bedient sich hierzu der Essigsäure (oder eines längeren Liegens in Wasser).

Man gewinnt einmal Bündel, wo die elastische Hülle durch die Einwirkung des Reagens zwar aufgequollen und ausgedehnt, aber unzerrissen erscheint und wo alsdann ein doppeltes Ansehen die Folge sein kann. Erstens bläht sich die gequollene Bindegewebesubstanz bauchig von Strecke zu Strecke auf, so dass ringförmige oder auch zuweilen schwach spiralig verlaufende Einschnürungen der Hülle entstehen (Fig. 175. 1. 2. *c*), oder die Aufblähung ist eine mehr seitliche und die Furchen erscheinen deutlicher und bestimmter spiralig (4). Alle diese Furchen charakterisiren sich durch die zarte, niemals doppelt begrenzte Linie. Zum Ueberflusse lässt sich alsdann auch noch die Existenz einer Hülle am Schnittende des Bündels (2. *d*) darthun; ebenso, wenn jene sich einmal in Folge des Eindringens von Flüssigkeit von der Inhaltsmasse abgehoben hat (1. *a*).

Sehr häufig jedoch kommt es an einem solchen Bindegewebebündel zu mehrfachen Querrissen der elastischen Hülle. Indem alsdann die bindegewebige Inhaltsmasse stark kuglig hervorquillt, wird das Stück der Hülle mehr und mehr zusammengedrückt, eine Verkürzung, welche

Fig. 175.

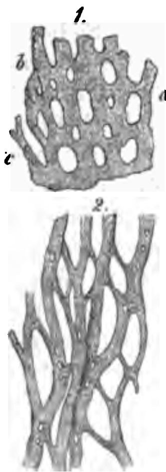


Bindegewebebündel von der Basis d. menschlichen Gehirns mit Essigsäure behandelt und zum Theil mit mehr od. weniger entwickelten elastischen Fasern im Innern. 1 Ein Bündel mit nicht zerrissener, aber quergerunzelter Hülle, welche bei *a* eine kleine Strecke weit abgehoben erscheint. 2 Ein Bündel mit ringförmig zusammengeschobenen Querstücken d. Scheide *a*, einer starken Aufquellung d. bindegewebigen Substanz bei *b* u. einem langen Stücke der gerunzelten Hülle *c c*, aus dessen Schnittende bei *d* Inhaltsmasse hervorquillt. 3 Ein Bündel mit ringförmigen Fragmenten der Hülle *a* u. einem grösseren Stücke d. letzteren *b* in stärkerer Querrunzlung. 4 Ein kleineres Bündel mit unversehrter, eingeschnürter Scheide.

bei der Elastizität jener schnell weiter fortschreitet. So bemerkt man anfänglich das Fragment der Scheide noch länger und quergerunzelt (3. *b*); bald aber, namentlich wenn von beiden Enden der gerissenen Scheide hervorgequollene Inhaltsmasse auf letztere zusammenschiebend einwirkt, zieht sich das Hüllenstück auf einen feinen kurzen und dunkel gerandeten Ring zusammen (2. *a*. 3. *a*), seltener in Folge eines spiraligen Einreissens auf ein spiralig verlaufendes faserartig erscheinendes Gebilde. Ohne die Herkunft zu kennen, würde man leicht in so zusammengeschnurrten Hüllenfragmenten elastische Fasern gröberer Art, die in Gestalt von Ringen oder Spiralen ein Bindegewebebündel umwickeln, erblicken können[1]). Es ist von Interesse, dass Baumwollenfäden bei Einwirkung von Kupferoxyd-Ammoniak die gleichen Veränderungen eingehen, welche hier ausserordentlich leicht in allen Phasen zu beobachten sind[2]). Es dürfte somit keinem Zweifel unterliegen, dass elastische Membranen in Folge eines totalen Durchreissens sich zu faserähnlichen Gebilden zusammenziehen können.

Der Gedanke muss sich ohne Weiteres aufdrängen, ob nicht etwas Aehnliches, wie wir es hier als Kunstprodukt kennen gelernt haben, auch als ein normales Verhältniss an manchen elastischen Häuten des Organismus vorkomme; ob nicht durch ein partielles Schwinden oder Ein-

Fig. 176.



Elastische Netze aus der Aorta. 1. Eine elastische durchlöcherte Membran vom Ochsen; 2. ein deutlicheres Netzwerk breiter Fasern vom Pferde.

reissen der Substanz eine derartige Membran in ein Netz elastischer Balken und Fasern sich verwandeln könne, wobei noch die Substanzbrücken einer solchen durchlöcherten Haut vermöge ihrer Elastizität auf eine geringere Ausdehnung zusammenschnurren dürften. Es würde auf diesem Wege ein elastisches Netzwerk die Folge sein, welches wir ebenso wenig von einem System aus Bindegewebskörperchen hervorgegangener elastischer Fasern unterscheiden können, als es uns ohne die Kenntniss der Entstehung bei den kurz vorher geschilderten Ringen und Spiralen möglich war.

Es scheint in der That auch kaum einem Zweifel zu unterliegen, dass Netze breiter elastischer Fasern oder platter Balken, wie wir sie in der mittleleren Hautlage starker Blutgefässe bei grossen Säugethieren antreffen (Fig. 176) vielfach unabhängig von Zellen in der eben ausgesprochenen Weise entstanden sind. Auch dürfte, indem Stellen einer elastischen Haut sich faltenartig und streifenförmig verdicken, ein Netzwerk elastischen Gewebes die Folge sein (Fig. 173.)[3].

Ebenso scheinen die elastischen Fasernetze des Nackenbands der Säugethiere unabhängig von Zellen sich zu bilden (*Henle*, *Reichert*)[4].

Halten wir also die zuletzt erwähnten Gebilde fest und rufen wir uns den elastischen Knorpel in das Gedächtniss zurück, so geht neben dem Ursprung elastischer Fasern aus Zellen ein solcher durch die Umwandlung der Grundsubstanz einher, wie ja auch in chemischer Hinsicht neben Zellenmembranen manche Häute, die nicht aus Zellen entstehen, in elastische Materie umgewandelt werden können.

Leider fehlt es uns zur Stunde noch gar sehr an thatsächlichem Materiale, um die Ausdehnung beiderlei Bildungsweisen irgendwie näher zu bestimmen, so dass also auch hier in dem ohnehin noch so unvollkommenen Wissen vom Bindegewebe eine grosse Lücke existirt[5].

Anmerkung: 1) Ueber dieses Strukturverhältniss liegt eine reiche Literatur, verbunden mit verschiedenen Deutungen, vor. Man vergl. *Henle* a. a. O. S. 194 u. 351, sowie dessen Jahresbericht für 1851. S. 25; ferner *Reichert* Jahresbericht in *Müller*'s Archiv 1852. S. 96; *Luschka*, der *Nervus phrenicus* des Menschen. Tübingen 1852. S. 64; *Leydig*'s Lehrbuch S. 80; *Klopsch* in *Müller*'s Archiv von 1857. S. 417. Eine abermalige Behandlung erfuhr der Gegenstand durch *Henle* (s. dessen Jahresbericht für 1857 in seiner und *Pfeufer*'s Zeitschrift S. 37). In neuester Zeit hat *Koelliker* (Lehrbuch, 3. Aufl. S. 69) wiederum behauptet, dass die „schmalen spiralig verlaufenden faserartigen Züge“ derartiger Bündel wirkliche Fasern seien, in-

dem beim Neugeborenen die jene bildenden Bindegewebskörperchen noch zu erkennen wären und darauf bezügliche Abbildungen geliefert. Nach demjenigen, was ich beim neugeborenen Menschen sah, kann ich von der im Texte gegebenen, auf den Körper des Erwachsenen gegründeten Darstellung nicht abgehen. Näheres enthält die Dissertation von *A. Bandlin*, zur Kenntniss der umspinnenenden Spiralfasern des Bindegewebes. Zürich 1858. — 2) Vergl. *Cramer* in der Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 3. Jahrgang. S. 1. — 3) Auch das Vorkommen kleiner Löchelchen in breiten elastischen Fasern spricht für eine derartige Bildungsweise. — 4) Von anderer Seite wird auch hier der zellige Ursprung vertheidigt (*Koelliker*), während manche Histologen, wie *Henle* und *Leydig*, alle elastischen Fasern unabhängig von Zellen sich bilden lassen. — 5) Man vergl. als Beweis, wie schwierig hier eine sichere Entscheidung ist: *Henle* im Jahresbericht für 1851. S. 29; *Reichert* in seinem Berichte für 1851. S. 95 und 1854 S. 44; *Baur*, die Entwickelung der Bindesubstanz. Tübingen 1858. S. 25; *Koelliker*'s Handbuch, 3. Auflage. S. 72.

§ 146.

Wir wenden uns jetzt zu der Frage nach dem Vorkommen des Bindegewebes.

Die zahlreichen aus diesem Gewebe bestehenden Theile unseres Körpers zeigen uns die bindegewebige, gewöhnlich fibrilläre Zwischensubstanz und die zelligen Elemente, die Bindegewebekörperchen, sowie die verschiedenen Formen der elastischen Röhren und Fasern. Letztere Bestandtheile kommen in manchen Gebilden unter einer ansehnlichen Menge fibrillärer Zwischensubstanz sparsam vor, werden in andern Theilen reichlicher getroffen und können endlich selbst hier und da in einem so grossen Ueberschusse auftreten, dass die fibrilläre Masse zu verschwinden beginnt oder wirklich fehlt, so dass uns elastische Membranen und Fasernetze allein entgegentreten, wobei die letzteren durch eine nicht faserige und nicht leimgebende hautartige Zwischensubstanz zusammengehalten werden oder auch nackt ohne ein solches Bindemittel vorkommen können. Indem zahlreiche Uebergangsformen existiren, dürfen die letzteren Vorkommnisse nicht als ein besonderes elastisches Gewebe vom eigentlichen Bindegewebe getrennt werden.

Zu diesen wesentlichen Formelementen des Bindegewebes gesellen sich nun als wechselnde hinzu: Knorpelzellen (§ 124), Fettzellen (§ 133), glatte Muskeln (an denen die *Tunica dartos* des Scrotum sehr reich ist), Blut- und Lymphgefässe, Nervenfasern etc. Es wird demnach durch letztere Zumischungen, die höchst ungleich ausfallen, eine neue Variabilität in die bindegewebigen Theile gebracht.

Diese erscheinen entweder als ausfüllende nachgiebige Substanz zwischen verschiedenen Organen und Organabtheilungen, als lose Umhüllungsmasse, als Strasse für Gefässe und Nerven oder sie stellen geformte Theile, Häute, Stränge, festere Umhüllungen dar. Hiernach unterscheidet man weiches formloses Bindegewebe und festeres geformtes, Trennungen, welche im Allgemeinen begründete sind, wobei aber

nicht vergessen werden darf, dass überall geformtes Bindegewebe in formloses sich fortsetzt und umgekehrt, die Natur also keine irgendwie scharfen Grenzlinien gezogen hat.

Das formlose oder, wie man es auch genannt hat, das lockere, areoläre Bindegewebe, zeigt uns bald nur sparsam Bindegewebskörperchen, elastische Röhren und Fasern, bald wird es reicher an ihnen. Die Verflechtung der Bündel, eine mehr lose, so dass das Ganze daher nachgiebig und dehnbar bleibt, geschieht entweder netzartig oder mehrere der Stränge liegen flächenhaft zusammen, eingebettet und zusammengehalten durch eine homogene membranöse Substanz (§ 143). Indem derartige Plättchen in verschiedenen Richtungen gegen einander gefügt sind, werden von ihnen Räume umschlossen, die mit einander kommuniziren und in einer früheren Zeit Zellen genannt wurden, wie denn auch das ganze Gewebe davon die alte Benennung Zellgewebe empfangen hat, Namen, welche jetzt dem histologischen Sprachgebrauche zum Opfer gefallen sind. Die zelligen Hohlräume liegen während des Lebens vielfach mehr oder weniger zusammen gefallen, von ernährender Organflüssigkeit durchtränkt oder sie beherbergen traubige Konglomerate der Fettzellen. In der Embryonalzeit bemerkt man in ihnen eine Mucin oder einen verwandten Körper enthaltende Flüssigkeit, wie denn alles formlose Bindegewebe einmal auf der Stufe eines netzartigen Gallertgewebes gestanden hat. Pathologisch können in ihm grössere Ansammlungen wässeriger Flüssigkeiten erfolgen, ebenso vermag Luft einzudringen. An manchen Stellen hat unsere Masse besondere Namen erhalten, wie subcutanes, submuköses und subseröses Bindegewebe. — Das formlose Bindegewebe setzt sich an seinen Begrenzungen mit einem Theile der Faserbündel in geformte bindegewebige Theile fort, so in Nervenscheiden, in Fascien, das subcutane in das der Lederhaut etc.

§ 147.

Zu dem geformten Bindegewebe rechnet man folgende Theile:

1) Die Sehnen. Sie bestehen aus einem festen, wenig elastischen Gewebe längslaufender primärer Bindegewebebündel von deutlich faseriger Beschaffenheit, welche mit einander zu stärkeren Strängen vereinigt sind und von ähnlichen benachbarten durch Schichten lockeren Bindegewebes, in welchem die spärlichen Blutgefässe verlaufen, getrennt werden. Die Sehnen zeigen uns Bindegewebskörperchen und feine elastische Röhren, ebenso auch solide elastische Fasern von geringem Querdurchmesser. Stellenweise besitzen sie Einbettungen von Knorpelzellen. Sie stehen mit der Nachbarschaft durch gewöhnliches formloses Bindegewebe in Zusammenhang oder dieses verdichtet sich um sie mehr zu einer Art scheidenförmiger Hülle, der Schleim- oder Synovialscheide der Sehne. Der schleimigen, hier angesammelten Flüssigkeit wurde schon früher bei Besprechung der *Synovia* (§ 114) gedacht.

2) Die Bänder, von welchen jedoch die elastischen auszunehmen sind, zeigen einen den Sehnen ähnlichen Bau.

3) Die bindegewebigen oder Faserknorpel, welche bei der Natur ihrer Zwischensubstanz mit dem gleichen Rechte hier wie beim Knorpel aufgeführt werden können, wurden bei letzterem Gewebe (§ 124) besprochen.

4) Die grosse Gruppe der fibrösen Häute. Sie zeigen uns eine feste Verwebung, häufig von stark sich kreuzenden Bindegewebebündeln; ihre elastischen Elemente können mit denen der Sehnen übereinkommen, werden aber auch vielfach zahlreicher und lassen breitere Faserung erkennen. Der Reichthum an Blutgefässen ist ein geringer. Zum fibrösen Gewebe pflegt man zu rechnen:

a. Fest verwebte weissliche Hüllen, wie sie häufig als äusserer Ueberzug von Eingeweiden vorkommen. Hierher zählt mit stark gekreuzten Bindegewebebündeln die Sclerotica des Auges, die *Dura mater* von Gehirn und Rückenmark mit zahlreichen elastischen Fasern, ebenso die fibröse Partie des Herzbeutels, die fibröse Hülle der Eierstöcke, des Hodens, der Nieren, der Milz, des Penis, der Clitoris. Der Reichthum an elastischen Fasern ist im Allgemeinen ein beträchtlicherer. Nach innen gegen das Organ hin, so an der Milz und den kavernösen Körpern, kann sich das Gewebe in ein Platten- oder Balkennetzwerk fortsetzen, an welchem bisweilen glatte Muskelfasern als weitere Formelemente erscheinen.

b. Die Fascien, welche nach aussen in formloses Bindegewebe sich fortsetzen, ebenso nach innen plattenförmig zwischen die Fleischfasern des Muskels treten. Sie zeigen bald mehr die Textur der Sehnen, bald nehmen die elastischen Fasern in ihnen stärker überhand, was sich bis zum Vorkommen reichlicher Netze steigern kann.

c. Das Neurilem, nach aussen ebenfalls in formloses Bindegewebe sich fortsetzend und einwärts mehr homogen zwischen die Nervenbündel tretend. Es besteht an grösseren Nervenstämmen aus regelmässig neben einander liegenden, längs laufenden Bindegewebebündeln, deren wellenförmige Exkursionen das glänzende, gebänderte Ansehen bewirken, und zahlreicheren elastischen Fasern. So erhält sich nur mit abnehmender Dicke der Bau bis zu kleinen Nervenstämmchen, wo die bindegewebige Masse den fibrillären Charakter mehr und mehr einbüsst und statt der elastischen Fasern vereinzelte spindelförmige Bindegewebskörperchen erscheinen, bis endlich an den kleinsten Nervenstämmchen eine glashelle homogene Membran mit einzelnen eingebetteten Kernen nur bemerkt wird (§ 140). Es findet also ein allmählicher Ersatz eines vollkommen ausgebildeten Bindegewebes durch eine sehr unentwickelte bindegewebige Masse statt.

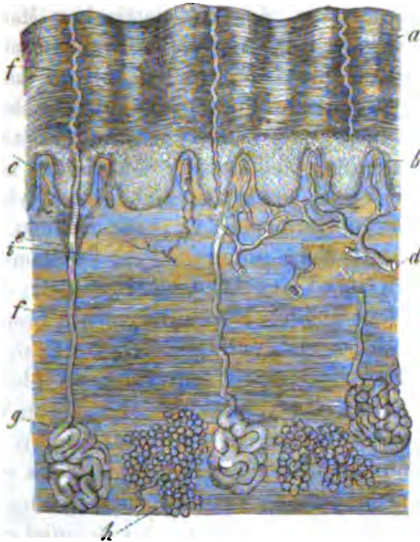
d. Das Periosteum und Perichondrium. Das Periosteum stellt eine die Aussenfläche von Knochen umkleidende feste Membran dar, welche behufs der Ernährung der Knochenmasse von zahlreichen Blut-

gefässen durchzogen wird. Ihr äusserer Theil pflegt mehr Bindegewebe, ihr innerer dem Knochen angrenzender grössere Kontingente feinerer elastischer Fasernetze zu zeigen. Die Verbindung mit dem Knochen geschieht durch die in letzteren sich einsenkenden Blutgefässe der Beinhaut. Nach aussen geht das Periosteum in formloses Bindegewebe, in Sehnen, Fascien und Bänder über. Da wo Fortsetzungen der Schleimhäute Knochenhöhlen auskleiden, wie im Geruchsorgane, spricht man von einer Verwachsung der Schleimhaut mit dem Periost, ohne dass man dieses darthun könnte. Das Perichondrium, so weit es an Knorpeln vorkommt, bildet eine ähnliche Haut, die von Blutgefässen, bestimmt zur Ernährung des Knorpels, abermals durchsetzt wird (§ 127).

e. Man kann ferner hierher rechnen die sogenannte *Tunica nervea*, eine weissliche Lage in allen Richtungen verflochtener Bindegewebebündel unter der Schleimhaut des Darms, des Nierenbeckens, der Uretheren, der Harn- und Gallenblase, welche nach innen in das Schleimhautgewebe, nach auswärts in die zwischen den Muskellagen vorkommenden Bindegewebsbündel sich fortsetzt und zum grössten Theile ein anatomisches Kunstprodukt darstellt, so dass sie wohl richtiger als ein fester verflochtenes formloses Bindegewebe aufzufassen ist, wie sie denn auch die Stelle des gewöhnlichen submukösen Bindegewebes an jenen Theilen einnimmt.

5. Die serösen Häute. Sie zeigen uns in verschiedener Richtung verflochtene Bindegewebebündel, welche an der freien Oberfläche auch wohl zu einer mehr homogenen Schicht umgeformt erscheinen können, ebenso ziemlich reichlich, manchmal sogar in recht ansehnlicher Menge, Netze feiner elastischer Fasern. Der Reichthum an Blutgefässen ist ein unbedeutender. Nach unten geht gegen das Organ hin das Gewebe in ein lockeres, formloses Bindegewebe, das sogenannte subseröse über, während die freie Fläche von einem Plattenepithelium bekleidet wird (§ 106). Die Theorie nahm früher an, dass die serösen Häute durchaus geschlossene in sich eingestülpte Säcke bilden sollten. Dieses ist keineswegs immer der Fall und manches, was in früherer Zeit ein seröser Sack genannt wurde, hat nach den histologischen Anforderungen keinen Anspruch darauf, so die vordere Augenkammer, das Höhlensystem des Gehirns, die Schleimbeutel und Sehnenscheiden. Auch die Synovialkapseln besitzen nur an ihren Seitentheilen die Requisite einer serösen Membran, nämlich eine bindegewebige Schicht, bedeckt von einem Epithelium, während Boden und Decke von dem nackt und frei zu Tage liegenden Gelenkknorpel gebildet werden. Als ächte seröse Häute werden aufgeführt die *Arachnoidea, Pleura, Pericardium, Peritonaeum* und *Tunica vaginalis propria*. Die Oberflächen der serösen Häute werden glatt und schlüpfrig erhalten durch eine meistens nur höchst unbedeutende Menge einer Flüssigkeit, deren Zusammensetzung uns noch wenig bekannt ist. Nur in den Gelenkhöhlen und dem Höhlensystem der nervösen Centralorgane hat man sie mehrfach untersucht.

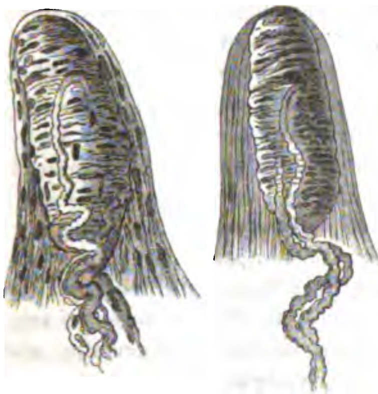
Fig. 177.



Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a.* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b. Malpighi*'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subcutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g.* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d.* Gefässe; *i.* Nerven (nach *Ecker*).

6. Während die serösen Häute arm an Blutgefässen waren, liegt uns in der Lederhaut (Fig. 177) ein sehr blutreiches festes Gewebe vor, bestehend aus einem Filzwerk fibrillärer Bindegewebebündel, reichlich begleitet von elastischen Fasern, hier und da auch hohlen elastischen Röhren und Bindegewebskörperchen. Nur in den Tastwärzchen und an der Oberfläche tritt der faserige Charakter zurück, um einem mehr homogenen Ansehen Platz zu machen, welches oftmals unter dem Epithelium wie eine begrenzende strukturlose Haut erscheinen kann (Fig. 178) und die sogenannte intermediäre Schicht (*Henle*) oder die *Basement membrane* (*Todd* und *Bowman*) darstellt, über welche § 72 zu vergleichen ist. Die Lederhaut wird bedeckt von der stärksten Epithelialschichtung des Organismus, der Epidermis. Sie ist im Uebrigen reich an Nerven, enthält viele kleine Bündel glatter Muskeln und wird von den Haaren mit ihren Bälgen, sowie den Gängen zahlreicher Drüsen durchsetzt. Nach unten geht sie in das weiche fettreiche subcutane Bindegewebe aus (Fig. 177. *h.*)

Fig. 178.

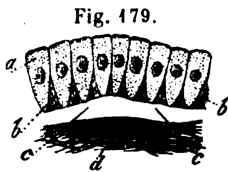


Zwei Tastwärzchen der Haut von Epithelium befreit mit dem sie herstellenden Bindegewebe, dem Tastkörperchen im Innern und den im letzteren endigenden Nerven (nach *Ecker*).

7. Das gleichfalls sehr blutreiche Gewebe der Schleimhäute zeigt einen der Lederhaut analogen Bau. Ihrer verschiedenartigen Epithelialbekleidung wurde schon (§ 107. 110. 111) gedacht. Die eigentliche Schleimhaut (Fig. 179. *d*) besteht aus sich kreuzenden Bündeln

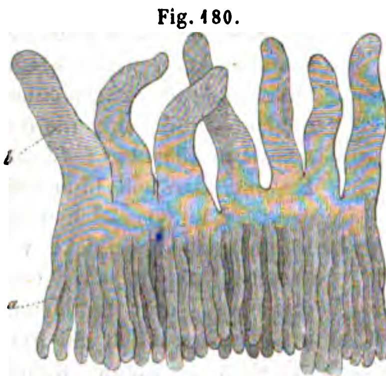
von Bindegewebe, aber von weicherer Beschaffenheit und loserer Verflechtung wie in der Lederhaut. Die Mengen elastischer Massen fallen ungleich aus, sind aber geringer als in der äusseren Haut. Nach oben, ebenso häufig in den manchfachen Vorsprüngen des Schleimhautgewebes, wie Zotten, Papillen, Falten, tritt gewöhnlich der faserige Charakter mehr zurück, so dass auch hier nicht selten wie an der äusseren Haut eine glashelle Schicht (*c.*) uns vorliegt. Nach unten geht die Schleimhaut in das submuköse Bindegewebe über, was an manchen Theilen durch die vorhin besprochene *Tunica nervea* ersetzt wird. Die Schleimhäute, im Allgemeinen sehr reich an Blutgefässen, haben eine wechselnde Menge von Nerven. Drüsen fehlen stellenweise, um in den meisten Schleimhäuten mehr und mehr überhand zu nehmen, bis endlich vor der Menge derselben die bindegewebige Grundlage verdrängt zu werden beginnt. Als Beispiel eines solchen exquisiten Drüsenreichthums kann Fig. 180., die Dünndarmschleimhaut der Katze mit den *Lieberkühn*'schen Schläuchen, dienen. Die neuere Zeit ist auf das Vorkommen glatter Muskeln in manchen Schleimhäuten aufmerksam geworden, welchen eine nicht unwichtige physiologische Bedeutung zuzuschreiben ist, wovon später die Rede sein wird.

Fig. 179.



Schema einer von Cylinderzellen bekleideten Schleimhaut. *a.* Die Zellen, *b. b.* Zwischensubstanz zwischen ihren unteren Theilen, *c. c.* glashelle Schicht (*Basement membrane*), *d.* das faserige bindegewebige Schleimhautgewebe.

Fig. 180.



Dünndarmschleimhaut der Katze in senkrechtem Durchschnitte; *a.* die *Lieberkühn*'schen Drüsen, *b.* die Darmzotten.

8. Gehören ferner zum Bindegewebe die sogenannten Gefässhäute des Gehirns und Auges, also die *Pia mater*, die *Plexus chorioidei* und die Chorioidea des Auges. Bei allen begegnen wir, von einem weicheren Bindegewebe getragen, einem sehr bedeutenden Reichthum von Blutgefässen. Jenes tritt in verschiedenen Formen auf. Eine Form desselben, die der Chorioidea des Auges, ist schon § 141 geschildert. Auch die *Plexus chorioidei* zeigen uns theilweise noch ein homogenes, nicht fibrilläres Bindegewebe, während dieses in der *Pia mater* vorliegt, in welchem die elastischen Elemente spärlich bleiben.

9. Endlich erscheinen bindegewebige Lagen sehr verbreitet im Gefässsysteme. Es rechnen hierher das Endocardium, die äussere Haut der Gefässe oder die sogenannte *Tunica adventitia*, die meisten Mittel- und

Innenschichten der Arterien, Venen und Lymphgefässe. Indessen begegnet man hier einer grossen Mannichfaltigkeit. Neben fibrillären bindegewebigen Lagen mit einem bald geringeren, bald grösseren, bald sehr ansehnlichen Reichthume elastischer Fasern trifft man auch auf Häute, namentlich in Arterien, welche ohne alle Bindegewebebündel in homogener nicht leimgebender Grundmasse nur elastische Netze bald sehr feiner, bald stärkerer, bald sehr dicker Fasern führen, bald auch homogen ohne Fasern erscheinen, so dass man von bindegewebigen Häuten allmählich zu rein elastischen gelangt. In kleinen Gefässen stellt sich schliesslich ein homogenes oder kernführendes Gewebe ein, dessen histologische Natur noch wenig genau erforscht ist.

10. Auch in anderen Theilen treten uns die elastischen Elemente in überwiegender Menge mit einer bald geringeren, bald grösseren, bald fast vollständigen Abnahme der fibrillären bindegewebigen Zwischensubstanz entgegen, so an den verschiedenen Bändern und Membranen des Kehlkopfs, der Luftröhre und Bronchien und im Gewebe der Lungen. Ebenso kommt eine vorwiegend elastische Schicht aussen um die Speiseröhre und zur Verbindung derselben mit dem Kanalwerk des Respirationsorganes vor. Ferner zählen neben beschränkteren Vorkommnissen noch hierher die *Ligamenta flava* der Wirbelsäule und das Nackenband der Säugethiere.

§ 148.

Das Bindegewebe des lebenden Körpers wird durchtränkt von geringen Mengen einer thierischen Flüssigkeit, in der wir die Ernährungs- und Zersetzungsstoffe des Gewebes zu vermuthen haben. Leider ist die Menge jener zu gering, als dass sie behufs einer chemischen Untersuchung zu gewinnen wäre, so dass uns die Mischung derselben unbekannt ist. Aus einer abnorm gesteigerten Flüssigkeitsansammlung im formlosen Bindegewebe, wie sie beim Oedem vorkommt, einen Rückschluss auf die Konstitution des normalen Fluidums zu machen, muss unstatthaft erscheinen.

In den serösen Säcken und Hohlräumen findet sich in verschiedener Menge gleichfalls eine Flüssigkeit, welche ein wasserreiches Transsudat der Intercellularflüssigkeit des Blutes genannt werden darf und Eiweiss (bisweilen Faserstoff), Extraktivmaterien und Salze mit sich führt. Bisher hat man allein unter völlig normalen Verhältnissen aus den ächten serösen Säcken die flüssige Inhaltsmasse des Herzbeutels bei Hingerichteten untersucht (*Gorup-Besanez*[1]) und *Lehmann*[2])). Die Resultate fielen ziemlich verschieden aus. Der erstgenannte Forscher erhielt in zwei Fällen eine Fluidum von schwach alkalischer Reaktion und gelblicher Färbung.

1000 Theile der Flüssigkeit des Pericardium bestehen aus

	1.	2.
Wasser	962,83	955,13
festen Bestandtheilen	37,17	44,87
Eiweiss	21,62	24,68
Fibrin	—	0,81
Extraktivstoffen .	8,21	12,69
Salzen	7,34	6,69

Lehmann bekam dagegen nur 8,79 Albumin, 0,93 andere organische Stoffe und 0,89 Mineralbestandtheile p. m.

Die Cerebrospinalflüssigkeit, welche zwischen Arachnoidea und Pia mater von Gehirn und Rückenmark vorkommt, ebenso in dem Höhlensystem des ersteren sich findet und nach der Entleerung sich rasch erneuert, ist manchfach untersucht worden. Sie enthält die gleichen festen Bestandtheile (mit Ausnahme von Fibrin), ist aber wasserreicher. Nach *Schmidt*[3]) soll im Uebrigen die das Höhlensystem des Hirns erfüllende nur Spuren von Eiweiss besitzen und sich so von der eiweisshaltigen peripherischen Gehirn-Rückenmarksflüssigkeit unterscheiden. Der obengenannte Forscher erhielt die des Rückenmarks beim Hunde bestehend aus 988,2 Wasser, 2,4 organischen Stoffen und 9,4 Mineralbestandtheilen. Als Basen werden angegeben Kali, Natron, Kalkerde und Magnesia, gebunden an Schwefelsäure, Phosphorsäure und Chlor. Ueber die *Synovia* vergl. man §. 114.

Anmerkung: 1) Prager Vierteljahrschrift von 1851. Bd. 3. S. 82. — 2) Physiologische Chemie. Bd. 2. S. 273. — 3) Charakteristik der epidemischen Cholera. S. 137. Man s. auch *Hoppe* in *Virchow*'s Archiv Bd. 9. S. 245.

§ 149.

Die bindegewebige Intercellularmasse[1]) und die Bindegewebebündel bestehen aus leim- und zwar glutingebender Materie, während die Zellen und ihre Abkömmlinge, wie Röhren, Fasern, elastische Substanz erkennen lassen; nur die Zwischenmasse der Cornea, welche Chondrin liefert, macht eine Ausnahme. Mit diesem Satze grenzt sich das ältere und so ziemlich auch das neue noch höchst lückenhafte Wissen von der Mischung des Bindegewebes ab. Embryonales Bindegewebe besitzt nach den Untersuchungen von *Schwann*, die *Schlossberger* später mit dem gleichen Resultate wiederholte, eine Grundmasse, aus welcher durch Kochen kein Glutin gewonnen werden kann, die vielmehr der Proteingruppe angehörig ist. Hiermit stimmen auch die Beobachtungen einer ähnlichen Beschaffenheit pathologisch neugebildeten unreifen Bindegewebes und es ergibt sich sonach eine Parallele zwischen dem jüngeren Bindegewebe und ganz unentwickeltem Knorpel (§ 127). Indem ausgebildetes Bindegewebe nach vorheriger chemischer Reinigung durch Kochen sich in bald geringerem bald grösserem Theile in Glutin

überführen lässt, muss also zwischen der Embryonalperiode und der Zeit der Reife die Umwandlung der eiweissartigen Zwischenmasse zum collagenen erfolgen. Die Zwischenglieder kennen wir nicht, ebenso sind über das Wie dieser Umwandlung zur Zeit nur Hypothesen möglich, wie denn auch bekanntlich die künstliche Umwandlung der Proteinstoffe in Leim- oder leimgebende Substanzen noch nicht gelungen ist. In gleicher Weise ist die chemische Konstitution jener unentwickelten, noch nicht fibrillären bindegewebigen Theile, wie früher erörtert worden, mit Ausnahme der Cornea, unerforscht. Auch letztere scheint anfänglich beim Fötus kein Chondrin zu liefern.

Die bindegewebige Grundsubstanz ist unveränderlich in kaltem Wasser, Alkohol und Aether, erfährt durch eine kalte Essigsäure die früher besprochene gallertartige Aufquellung, um erst nach längerer Einwirkung in der Wärme etwas gelöst zu werden. Kalilauge beginnt dagegen schon in der Kälte diesen Lösungsprozess der Grundmasse. Durch Kochen in Wasser geht die Intercellularsubstanz (ob gänzlich steht noch anhin) in Glutin (§ 18) über. Die hierzu erforderliche Zeit ist für verschiedene bindegewebige Theile eine ungleiche. Wir wissen noch nicht, ob Differenzen der Textur oder der Mischung die Schuld tragen. Ebenso ist uns hier wie anderwärts der Prozess der Umwandlung des collagenen Gewebes zum Glutin unbekannt. Wenn man aus bindegewebigen Theilen die gleiche prozentische Zusammensetzung wie aus dem durch Kochen derselben bereiteten Leime gewonnen hat, so spricht dieses eben nur für die Unvollkommenheit der chemischen Technik. Es ist überhaupt unmöglich, die Konstitution der Intercellularsubstanz irgendwie genau zu ermitteln, da wir kein Hülfsmittel besitzen, sie von den zahlreichen integrirenden Formbestandtheilen (Bindegewebskörperchen, elastischen Fasern etc.) zu trennen, selbst wenn wir von den zufälligen, unwesentlichen Gewebeelementen (Fettzellen, Blutgefässen etc.) absehen wollten.

Auch die Bindegewebskörperchen sind ihrer Mischung nach nur höchst dürftig gekannt, indem sich natürlich unser ganzes Wissen auf einige mikrochemische Reactionen beschränkt. Während die Zellen eines ganz jungen fötalen Bindegewebes noch so zart sind, dass sie schon Wasser zum Platzen bringt und sie von schwachen Säuren und Alkalien schnell gelöst werden, tritt an den reifen Bindegewebskörperchen ein völlig entgegengesetztes Verhalten auf. Sie leisten den gewöhnlichen mikrochemischen Eingriffen den hartnäckigsten Widerstand, werden von kochendem Wasser, Säuren und Alkalien, wie man sie bei mikroskopischen Untersuchungen benutzt, nicht angegriffen und erst durch concentrirte Schwefelsäure und Kalilauge zerstört, bieten uns also in ihrer Wand das Verhalten der elastischen Substanz dar. Der Kern ist in seiner Mischung unbekannt, die Inhaltsmasse scheint einen Proteinkörper zu führen (*His*). Es versteht sich von selbst, dass zwischen diesen beiden Extremen Uebergänge existiren müssen. Sie sind uns aber noch gänzlich verborgen. Ungefähr gleich wenig wissen wir von den Abkömm-

lingen der Zellen, den hohlen elastischen Röhren, sowie den elastischen Fasern, so lange dieselben zerstreut in bindegewebiger Zwischensubstanz vorkommen. Nur da, wo, wie im Nackenband, die elastischen Fasern in grösstem Ueberschusse getroffen werden, ist eine nähere Untersuchung möglich, welcher wir denn auch unsere dürftige Kenntniss der elastischen Substanz überhaupt verdanken (§ 20).

Jene homogenen elastischen Membranen grosser Gefässe, deren wir früher (§ 147) gedachten, ebenso die strukturlose Zwischensubstanz mancher elastischer Fasernetze ähneln in ihrem mikrochemischen Verhalten dem gewöhnlichen elastischen Fasergewebe. Die homogenen Hüllen gewisser Bindegewebebündel scheinen noch aus leimgebender Substanz zu bestehen, während sie bei anderen entschieden elastische Materie zeigen, worüber § 145 zu vergleichen ist. Auch die wasserhellen Grenzschichten bindegewebiger Häute bieten die gleiche Verschiedenheit der Mischung dar; die *Descemet*'sche Haut der Cornea ist elastischer, die vordere Glashaut jener und die *Basement membranes* sind leimgebender Natur.

Diese eben besprochenen Verhältnisse gewähren aber noch in einer anderen Hinsicht Interesse. Sie zeigen, dass die elastische Materie ein nachträgliches Umwandlungsprodukt einmal der Eiweisskörper (Bindegewebszellen) und dann leimgebender (sowohl collagener als chondrogener) Zwischensubstanz darstellt, worüber man noch den elastischen Knorpel (§ 123) nachsehen möge.

Die Untersuchung ganzer bindegewebiger Organe hat bisher verhältnissmässig selten stattgefunden. Der Wassergehalt beträgt in den Sehnen 62,03 (*Chevreul*), in der Cornea 73,94—77,82% (*His*). Die letztere führt also 26,06—22,18 fester Theile, wovon in einem Falle 20,38 beim Kochen sich in Leim verwandelten, 2,84 organischer nicht leimgebender Masse vorkamen, welche auf die Hornhautzellen und ihre Ausläufer, sowie die *Descemet*'sche Haut zu beziehen sind, und 0,95% Mineralbestandtheile sich hinzugesellten, von denen 0,84 in Wasser löslich waren [2]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Lehmann*, physiol. Chemie. Bd. 3. S. 40 und 43; *Schlossberger*'s Gewebechemie. S. 105; *Zellinsky, de telis quibusdam collam edentibus. Mitaviae et Lipsiae.* 1852. Diss. — 2) *His* a. a. O.

§ 150.

Das Bindegewebe stellt mit einem grossen Theile seiner Masse die allgemeine Hüllen- und Stützsubstanz des Körpers dar, indem es Organe verbindet, umhüllt, Zwischenräume zwischen ihnen und ihren Abtheilungen ausfüllt, Theile gegen einander fixirt, Strassen für Gefässe und Nerven abgibt und Hohlräume für Fettzellenanhäufungen etc. formirt. Es kommt so eine grosse Partie des ungemein verbreiteten Gewebes vermöge seiner physikalischen Eigenschaften wesentlich in Betracht für den

Aufbau unseres Leibes. Bei einer losen Verflechtung der Bündel gestaltet sich das Bindegewebe zu einer nachgiebigen, dehnbaren Substanz. Andererseits bemerken wir gewöhnlich im geformten Bindegewebe die Verflechtung eine festere, innigere werden, so dass eine bald geringere bald grössere Festigkeit gegenüber der Dehnbarkeit des formlosen Bindegewebes erreicht ist. Ebenso wirkt ein reichlicheres Vorkommen elastischer Elemente auf die physikalischen Verhältnisse des Gewebes wiederum ändernd ein.

Andererseits begegnen wir bindegewebigen Gebilden, welche bei grösserem Blutreichthume oder ansehnlicher Transsudation auch in das chemische Geschehen des Organismus unmittelbar eingreifen, wie beispielsweise die Lederhaut und die Schleimhäute.

Gewöhnlich nimmt man an, ohne jedoch einen irgendwie genügenden Beweis führen zu können, dass der Stoffumsatz des Bindegewebes im Allgemeinen ein nur sehr geringer sei. Man beruft sich auf die passive Rolle des Gewebes bei grossen stofflichen Revolutionen des Körpers, auf die geringe Neigung zu faulen, auf die Gefässarmuth mancher dieser Theile. Man vergisst hierbei aber das Vorkommen eines Plasma führenden elastischen Röhrennetzes, welches die Stelle der Blutgefässe zu vertreten vermag, wie in der Hornhaut und den Sehnen. Ebenso lehrt die pathologische und oftmals energische Neubildung von Bindegewebe, dass sich wenigstens zeitweise der Massenumsatz unseres Gewebes zu einer nicht geringen Intensität erheben kann.

Im Uebrigen ist uns dieser Stoffwechsel, mag man ihn grösser oder geringer annehmen, in seinen Richtungen noch gänzlich unbekannt. Einen schwachen Anhaltepunkt in der gegenwärtigen Rathlosigkeit des Wissens dürfte die Thatsache bilden, dass Glycin und Leucin künstliche Zersetzungsprodukte des Leimes darstellen, während die elastische Materie nur letzteren Körper liefert (§ 17 u. 20).

Die Frage drängt sich ferner auf, welche Formelemente bindegewebiger Massen als die physiologisch thätigeren und wichtigeren zu betrachten sind. Wie schon auf anatomischen Gebiete, wird auch hier die Entscheidung zu Gunsten der Zellen ausfallen müssen, so lange letztere noch auf der Zellenstufe oder der eines Röhrennetzes stehen. Nur wenn eine Solidifikation zu elastischen, nicht mehr hohlen Fasern eingetreten, sind die Bindegewebszellen in diesen ihren Derivaten gewissermassen physiologisch zu Grunde gegangen. In schöner Weise beurkunden das Leben der Bindegewebskörperchen vereinzelte Erscheinungen einer vitalen Kontraktilität, auf welche man erst in neuerer Zeit bei Thieren aufmerksam geworden ist (§ 68) und dann manchfache pathologische Umwandlungen derselben, deren theilweise schon bei der Cornea (§ 142. Anm. 5.) gedacht wurde und die namentlich durch *Virchow* entdeckt und verfolgt sind [1]).

Das Bindegewebe ist es besonders, welches sich sehr leicht regenerirt, nach Trennungen des Zusammenhangs und Substanzverlusten als verbindende Narbenmasse auftritt, ebenso das Substrat der meisten

pathologischen Neubildungen, seien sie gut- oder bösartiger Natur, liefert. Dieses pathologische Gewebe wiederholt die Erscheinungsweisen des normalen, indem es homogen, streifig und fibrillär getroffen wird. Unter den abnormen Umwandlungen sei einmal der Uebergang der Bindegewebskörperchen in Fettzellen erwähnt. Dann kommen Verkalkungen des Gewebes nicht gar selten vor, während die Metamorphose bindegewebiger Theile zu wahrem Knochengewebe viel seltener ist (s. beim Knochen).

Anmerkung: 1) Es ist zur Zeit fast unmöglich, bei der Unsicherheit des Begriffes der Bindegewebezelle die physiologischen Umwandlungen zu anderen zelligen Elementen in irgend wie genauerer Weise anzugeben. Einzelnes wurde früher bemerkt, für Anderes wird eine spätere Betrachtung Gelegenheit liefern.

§ 151.

Fig. 181.



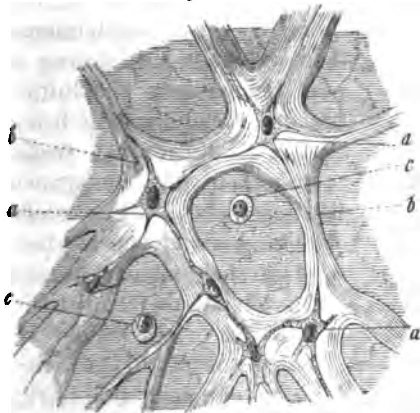
Bildungszellen der Bindegewebekörperchen und diese selbst in weiterer Umwandlung; *a.* kuglige Zellen mit bläschenförmigem Kern; *b.* spindelförmige; *c.* strahlige; *d.* in weiterer Verwandlung; *e. f. g.* spindelartige Zellen mit langen röhrenartigen Ausläufern; *h.* Verschmelzungen zweier Bindegewebekörperchen zur elastischen Röhre; *h**. Abnahme de Zellenkörperr; *i.* Bildung eines elastischen Röhrennetzes.

Die ersten Andeutungen der kommenden Bindegewebebildung[1]) stellen in früher Fötalperiode dicht gedrängte zarte rundliche, mit bläschenförmigen Kernen versehene Embryonalzellen dar (Fig. 181. *a.*), welche durch sehr spärliche Mengen einer eiweissartigen Intercellularmasse zusammengehalten werden, so dass mithin Bindegewebe und Knorpel von höchst ähnlichen Ausgangsformen beginnen. Die Menge der Intercellularmasse steigt allmählich, so dass die Zellen weiter auseinander weichen, bald in Längsreihen geordnet, bald in regelloser Lage. Sie verlieren alsdann ihre rundliche Form unter Bildung von Ausläufern, um bald mehr spindelartige, bald mehr sternförmige Gestalten anzunehmen (*b. c. d.*). Diese Zellen hatte man früher als Bildungszellen des eigentlichen Bindegewebes betrachtet, indem man durch Verlängerung und faserigen Zerfall von den Enden her eine jede in ein Primitivbündel des Bindegewebes sich umwandeln liess (*Schwann*).

Die neueren Beobachter haben sich grösstentheils und mit vollem Rechte dahin ausgesprochen, dass eine solche Entstehungsweise des Bindegewebebündels aus einer Zelle nicht stattfindet, dass vielmehr unsere Zellen nur mit der Bildung elastischen Gewebes verknüpft sind.

Man bemerkt nämlich, wie sich bei weiterer Entwicklung die Ausläufer derselben immer mehr verlängern (*e. f. g.*), bis sie sich von benachbarten Zellen her treffen, wobei dann nach der Stellung der Zelle und der Zahl ihrer Fortsätze bald einfache knotige Röhren (*h. h**.), bald ein verzweigtes derartiges Röhrennetz die Folge sind (*i.*). Während dessen nimmt die Grösse des Zellenkörpers mehr und mehr ab (*g. h.*), die Zelle verfällt einer Verlängerung und Verschmälerung, wobei der Kern allmählich zu einem soliden schmalen Gebilde wird, welches der Zellenhülle häufig so innig anliegt, dass das Ganze für einen verlängerten Nucleus genommen werden kann (*h. i.*) und vor Jahren auch allgemein gehalten wurde. Während also die früheren Durchgangsformen des entstehenden Bindegewebes an das Gallertgewebe mancher Theile sich auf das Innigste anschlossen, wird nunmehr in derartigen Verlängerungen von Zelle und Kern diese Stufe der Bindesubstanzen überschritten.

Fig. 182.



Gewebe der *Wharton*'schen Sulze eines viermonatlichen menschlichen Fötus, zugleich als Schema der Entstehung des formlosen Bindegewebes dienend; *a.* verästelte Zellen; *b.* Verdichtungen der Grundsubstanz; *c.* unveränderte rundliche Bildungszellen.

Vorhergegangene Schilderungen der elastischen Formelemente haben bereits gelehrt, wie die Bindegewebskörperchen reifer bindegewebiger Theile sich verschieden verhalten, so dass wir alle Zwischenstufen von mehr isolirten Zellen bis zu soliden elastischen Fasernetzen darthun können, an welchen jede Spur der zelligen Herkunft sich verloren hat.

Was den Ursprung des eigentlichen Bindegewebes betrifft, so reduzirt sich dieser auf Umwandlungen der Intercellularsubstanz. Die letztere verhält sich aber dabei verschieden (Fig. 182). Einmal sehen wir sie bei einem Netze sternförmiger Zellen um letztere und ihre Ausläufer (*a*) sich verdichten (*b*), während die inneren Theile derselben durch eine chemische Aenderung eine Verflüssigung erkennen lassen, so dass sich hier die Verhältnisse der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs wiederholen. Indem bei fortwährender Nachbildung derartiger Intercellularmasse das Netz der Bindegewebekörperchen ein immer weitmaschigeres wird, nehmen die mit flüssiger Masse erfüllten Geweberäume an Aus-

dehnung zu. So entsteht ein netzförmiges Gewebe, dessen von festerer Intercellularsubstanz gebildeten Stränge und Platten allmählich streifig und faltig sich gestalten (Fig. 183), bis sie schliesslich mehr oder weniger deutlich fibrillär zerfallen. Dieses ist die Entstehungsgeschichte des formlosen Bindegewebes, bei welchem also die Bildung des elastischen Zellennetzes dem Auftreten der Bindegewebefibrillen vorhergeht.

Fig. 183.



Gewebe des Nabelstranges kurz vor der Geburt, zugleich als Schema der Bildung des formlosen Bindegewebes auf weiterer Stufe brauchbar. *a.* Einfaches, *b.* verzweigtes Bindegewebebündel mit Bindegewebekörperchen in dem Innern; *c. d. e.* letztere isolirt.

Gehen wir nun zum geformten Bindegewebe über, so bleiben auf einer sehr frühen Stufe die pigmentirten Bindegewebekörperchen der Chorioidea (§ 141) stehen; ebenso die Hornhaut, welche zwar ein entwickelteres elastisches Röhrennetz besitzt, aber nur in der von letzterem vorgezeichneten Richtung es zur bandartigen Zerklüftung der Intercellularmasse bringt (§ 142). Umgekehrt treffen wir andere aus geformtem Bindegewebe hergestellte Theile, bei welchen die faserige Zerspaltung der festeren Intercellularsubstanz verhältnissmässig viel früher erfolgt. Dieses ist beispielsweise bei den Sehnen der Fall. In einer Epoche des Fötallebens, wo das formlose Bindegewebe noch gallertartig, ohne Streifen- und Fibrillenbildung erscheint, kann man letztere Umänderungen der Grundsubstanz schon ziemlich deutlich in der Achillessehne treffen und die meist spindelförmigen dicht gedrängten Bindegewebskörperchen noch sehr wenig vorgeschritten in der Verschmelzung. Allmählich tritt diese unter Bildung querer Aeste deutlicher auf. Später wird das elastische Röhrennetz durch fortgehende Zunahme der Zwischenmasse mehr und mehr weitmaschig.

Wir sahen soeben, dass spindelförmige Bindegewebekörperchen mit fester werdender und faserig zerfallender Intercellularmasse sich umhüllen. Beim Zerzupfen bleiben jenen solche Ueberzüge der Grundmasse nicht selten anhängend, namentlich in der Gegend der Ausläufer. Da die fibrilläre Zerspaltung in der Längsrichtung der Zelle erfolgt,

wird man spindelförmigen Zellen (Fig. 184. *a.*) begegnen, welche von den Enden her in Fibrillen sich umzuwandeln scheinen, indem das feine fadenförmige Zellenende (*b*) durch die Fibrillen der anhaftenden Grundmasse verdeckt wird. Dieses ist das Zustandekommen des *Schwann*'schen Trugbildes [2]).

Fig. 184.



a Spindelförmige scheinbare Bildungszellen der Bindegewebebündel. *b.* Schema des Bindegewebekörperchens, umhüllt von faseriger Intercellularsubstanz.

Mag nun auch in der gelieferten Skizze ein grosser Theil der Bindegewebeentstehung gegeben sein, so glauben wir andererseits, dass die Zukunft noch mancherlei Modifikationen dieses Bildungsschemas ergeben dürfte. So ist es eine Frage von Wichtigkeit (S. 274), ob nicht etwa die Bildungszellen mancher bindegewebigen Theile, noch bevor sie die Gestalt eines eigentlichen stern- oder strahlenförmigen Bindegewebekörperchen erreicht haben, schon einem Untergang (vielleicht einer rasch überhandnehmenden Zwischensubstanz gegenüber) anheimfallen können, so dass uns nur Kerne in homogenem oder bandartigem Gewebe übrig bleiben. So würde man sich die Zahnpulpa, die *Remak*'schen Fasern erklären können (§ 140). Theoretisch steht gewiss einer derartigen Annahme eines solchen abortiven Bindegewebes nichts entgegen und manche Beobachtungen der Autoren reden dieser Bildung das Wort. Aber die Thatsachen sind noch zu dürftig und unsicher, um schon zur Stunde einen solchen Bildungsgang zu statuiren [3]).

Eine nachträgliche Erzeugung von Bindegewebekörperchen findet beim Verknöcherungsprozess aus Markzellen statt (s. u.).

Von einer Entstehung der elastischen Fasern ohne Mithülfe von Bindegewebekörperchen war schon früher § 145 die Rede.

Anmerkung: 1) Es würde die Grenzen vorliegender Arbeit weit überschreiten, wollten wir in eine irgendwie erschöpfende Darstellung der noch immer kontroversen Frage nach der Entstehung des Bindegewebes ausführlicher und erschöpfender eintreten. *Schwann* (a. a. O. S. 133) nahm im Jahre 1839 die Entstehungsweise unseres Gewebes so an, dass ursprünglich rundliche Zellen in spindelförmige übergingen, welche dann unter weiterer Verlängerung von den Enden her einen faserigen Zerfall ihrer Substanz erfahren und so zu Bindegewebebündeln sich umwandeln sollten. Das Schicksal der Kerne jener Bildungszellen blieb unerörtert und die Entstehung der elastischen Fasern aus anderen Zellen wurde wahrscheinlich gemacht (S. 148). — Sehr bald trat *Henle* (Allgem. Anat. S. 193 u. 379) mit einem anderen Entstehungsschema in Folge erneuerter Beobachtungen auf. Seiner Ansicht nach besteht das Bindegewebe aus einem ursprünglich homogenen kernführenden Blasteme. Indem die Kerne regelmässig liegen und die Grundsubstanz darnach in Bänder zerfällt, werden aus einer fibrillären Umwandlung letzterer die Bindegewebebündel erhalten. Die Kerne verlängern sich zu spindelförmigen Körperchen, die später zu feinen elastischen Fasern verschmelzen können (Kernfasern). Ueber die Bildung stärkerer elastischer Fasern werden keine eigenen Untersuchungen mitgetheilt. —

Im Jahre 1845 veröffentlichte *Reichert* seine Arbeit. Er lehrte, dass die ursprünglichen Zellen des fötalen Bindegewebes allmählich zwischen sich Intercellularsubstanz erscheinen lassen, dann aber mit dieser zur homogenen Masse verschmelzen (so dass nun, indem die Kerne noch zu erkennen, der von *Henle* festgehaltene Ausgangspunkt des Bindegewebes erreicht wäre). Die Kerne sollten später zum Theil schwinden. Das Vorkommen spindelförmiger Zellen wird in Abrede gestellt und dieselben gleich den Fibrillen des Bindegewebes für Kunstprodukte erklärt, wovon schon früher die Rede war. Die elastischen Fasern werden als Umwandlungen der Grundsubstanz aufgefasst. — Der Wendepunkt trat im Jahre 1851 mit den Arbeiten von *Virchow* (Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 150) und *Donders* (*Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 3. S. 351) ein. Die Bindegewebezellen gestalten sich nach beiden Forschern niemals zu Bindegewebebündeln, sondern gehen in die strahligen und spindelförmigen Bindegewebekörperchen über, welche zu elastischen Röhren und Fasern verschmelzen. Letztere nehmen überhaupt nur von solchen Zellen ihren Ursprung (was auch später streng von *Koelliker* festgehalten wurde). Das eigentliche Bindegewebe ist Intercellularsubstanz. Diese *Virchow-Donders*'schen Anschauungen wurden alsbald von *Henle* in seinen Jahresberichten auf das Hartnäckigste bekämpft und die sternförmigen Bindegewebezellen für Querschnitte von Lücken zwischen den Bindegewebebündeln, das Ganze also für eine optische Täuschung erklärt. Von der Mehrzahl der gegenwärtigen Histologen ist dagegen die neue Anschauung bald unverändert, bald mit geringeren oder grösseren Modifikationen adoptirt und weiter ausgebildet worden. Die Bildung der Bindegewebebündel von Zellen im Sinne *Schwann*'s hat unter den namhaften Forschern allein *Koelliker* noch vertreten, freilich unter gewissen Einschränkungen; für alle Uebrigen ist Bindegewebe umgewandelte Intercellularsubstanz. Der Streit, ob elastisches Gewebe stets von Zellen oder niemals durch diese oder vermittelnd auf beiden Wegen entstehen könne, ist ein bis zur Stunde noch nicht geschlichteter. Als vielfach oppositionelle Arbeiten mögen noch erwähnt sein: *Bruch* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 6. S. 145 und *Baur*, Entwicklung der Bindesubstanz. — 2) *Koelliker* beruft sich zur Demonstration einer derartigen Bildungsweise auf das Bindegewebe hinreichend junger Embryone, zu dessen Erforschung er auffordert. Sorgfältige Durchmusterungen dieser Massen, welche ich in der letzten Zeit vornahm, haben mir keine zu seinen Gunsten entscheidenden Bilder geliefert, wohl aber mit grösster Wahrscheinlichkeit die im Texte gegebene Darstellung. — Ohnehin liegt kein Beispiel collagener Materie als Zelleninhalt vor, während die elastische Substanz theils als Zellenmembran, theils als Intercellularmasse (Netzknorpel) vorkommt. — 3) Mit *Reichert* möchte ich hierher auch gewisse zarte wasserhelle Häutchen ziehen mit zahlreichen regelmässigen Kernen, wie sie bei Embryonen in dem Raume zwischen Haut und Muskulatur, aussen um Muskeln und Sehnen, ebenso in den Zwischenräumen grösserer Sehnenbündel (*Henle*) vorkommen. Ihr Ansehen ist ein epitheliumartiges.

9. Das Knochengewebe.

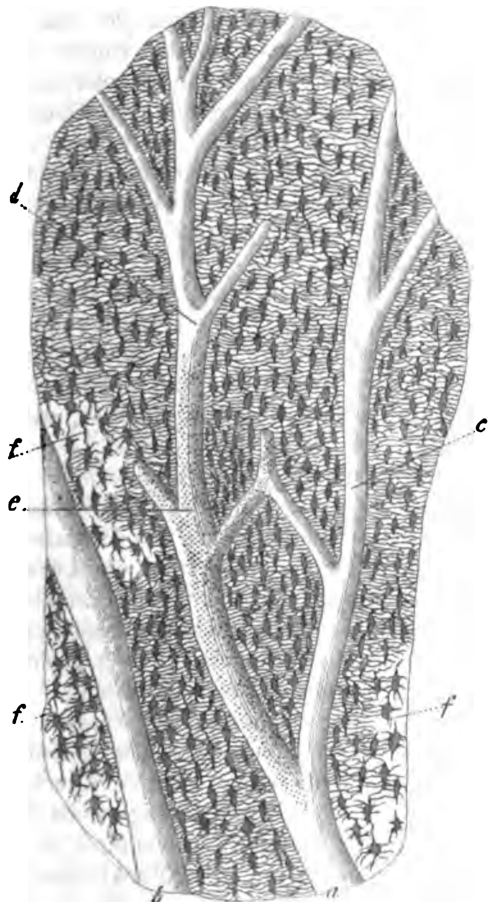
§ 152.

Das Knochengewebe[1]) kann als die komplizirteste Erscheinungsform in der Bindesubstanzgruppe betrachtet werden. Es besteht aus einem Netzwerke sternförmig verzweigter Zellen mit reichlicher homogener Zwischensubstanz. Letztere zeichnet sich aus durch sehr bedeu-

tende Härte und Festigkeit und macht das Ganze zu dem resistentesten der verbreiteteren Gewebe. Das spezifische Gewicht beträgt 1870 (*Krause*). Wie schon der Name ausdrückt, findet sich im menschlichen Leibe unser Gewebe, sehen wir ab von einer dünnen Ueberzugsmasse der Zahnwurzel, normal auf die Knochen beschränkt.

Letztere werden bekanntlich von den Anatomen nach ihrer Gestalt eingetheilt, in lange oder Röhrenknochen, in breite oder platte und in kurze oder unregelmässige. Nach dem Gefüge unterscheidet man kompakte Knochen, wo das Gewebe als feste zusammenhängende Masse erscheint, und schwammige Knochen, wo die in Balken und Platten vorkommende Substanz ein System zelliger, zusammenhängender Hohlräume umschliesst. Die Röhrenknochen mit Ausnahme ihrer Endtheile (Epiphysen) zeigen uns das kompakte Gefüge, während die kurzen unregelmässigen Knochen, abgesehen von ihrer Rinde, schwammig gebildet sind und bei den platten die spongiöse Substanz (Diploë) äusserlich von Lagen sehr festen Gewebes (den Glastafeln) bekleidet wird.

Fig. 185.



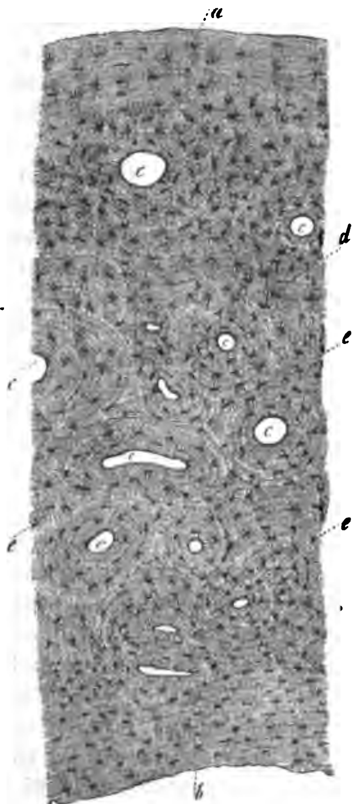
Senkrechter Schnitt durch eine menschliche Phalange. Bei *a* und *b* zwei Markkanäle mit den Aesten *c* und *d*; bei *e* die Ausmündung der Kalkkanälchen in Form von Pünktchen; bei *f* die Knochenzellen mit Luft erfüllt.

Die grosse Härte des Knochengewebes gestattet die gewöhnlichen Untersuchungsmethoden nicht. Man ist daher entweder an die Beobachtung ausgesägter und geschliffener Plättchen, der Knochenschliffe, angewiesen oder man muss durch Säuren die erhärtenden Mineralbestandtheile ausziehen, wo dann das organische Substrat (der sogenannte Knochenknorpel) von knorpliger Konsistenz ein Zerschneiden gestattet.

Ueber die kompakte Sub-

stanz der Röhrenknochen zeigen vertikal herausgesägte Plättchen (Fig. 185) uns zunächst Folgendes: Das Ganze wird durchzogen von einem Kanalwerk netzförmig verbundener Längsgänge (*a. b. c. d*), welche eine Breite von 0,05 — 0,00667‴ im Mittel mit Extremen nach beiden Seiten besitzen können und in Entfernungen von etwa 0,05 — 0,125‴ bald mehr, bald weniger parallel verlaufen. Von Strecke zu Strecke sehen wir theils querübergehend, theils in schräger Richtung verbindende Gänge. — Erstreckt sich der Schliff durch die ganze Dicke des Knochens, so bemerkt man einen Theil der Kanäle sowohl nach innen in die grosse Markhöhle als nach aussen unterhalb des Periosts frei ausmünden, und zwar häufig unter trichterförmigen Erweiterungen. Bogenförmige Umbiegungen der Markkanälchen kommen an den Enden der Röhrenknochen gegen den Gelenkknorpel hin vor. — Dieses System von Gängen ist bestimmt, Blutgefässe, welche die Ernährung des Knochengewebes vermitteln, zu beherbergen. Es trägt den Namen der Mark- oder *Havers*'schen Kanälchen.

Fig. 186.



Ein Stück eines menschlichen Metacarpus im Querschliff. *a* Aeussere u. *b* innere Oberfläche mit ihren Generallamellen; *c* Querschnitte *Havers*'scher Kanäle, umgeben von ihren Speziallamellen; *d* die intermediären Lamellen; *e* die Knochenkörperchen mit ihren Ramifikationen. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Es versteht sich von selbst, dass der Querschnitt (Fig. 186) ein völlig anderes Bild ergeben wird. In den gleichen Entfernungen treten die durchschnittenen Längskanäle in Gestalt rundlicher, oder, wenn der Gang mehr schief verlief, ovaler Löcher (*c. c*) uns entgegen. Ist ein transversal laufendes Verbindungskanälchen in die Ebene des Plättchens gefallen, so sind zwei rundliche Löcher durch einen Gang verbunden. Natürlich kommen eine Menge Zwischenformen vor.

Diese schöne Regelmässigkeit, welche das Mittelstück des Röhrenknochens dardietet, ist in andern als kompakten Knochen mehr oder weniger getrübt. In der Rindenschicht platter Knochen laufen die *Havers*'schen Gänge meist der Oberfläche parallel, gewöhnlich mehr strahlenförmig von einem Punkte ausgehend. In den kurzen Knochen ist in der Regel eine Richtung des Verlaufes vorwiegend. In den Plättchen und Bälkchen spongiöser Knochenmasse tritt das System der Markkanälchen viel mehr zu-

rück und dieselben münden häufig unter trichterförmigen Erweiterungen in die zelligen Markräume aus. Manchmal sieht man einige der *Havers'*-schen Gänge mit trichterförmigen Erweiterungen zu einer kleinen zelligen Markhöhle zusammenfliessen, von welcher dann Uebergänge zu grösseren Höhlungen existiren. Im Uebrigen muss für dünne Plättchen des Knochengewebes, da noch ein zweites, viel feineres, plasmatisches Röhrenwerk (s. u.) existirt, ein derartiges System blutführender Gänge weniger nothwendig erscheinen.

Anmerkung: 1) Neben den Lehrbüchern von *Henle, Gerlach, Koelliker* vergl. man zur Literatur der Knochen *Miescher, de inflammatione ossium etc. Berolini* 1836; den *Tomes*'schen Artikel: »*Osseous tissue*« in der *Cyclopaedia of Anatomy and Physiology*, sowie *Tomes* und *de Morgan* in den *Phil. Transact.* 1853. *Part* 1. S. 109.

§ 153.

Das harte homogene Knochengewebe zwischen diesem *Havers*'schen Kanalwerke ist von geschichtetem, blätterigem Baue, welcher durch die Entstehung und sukzessive Bildung der Knochensubstanz begreiflich wird. Diese Lamellen (*Laminae ossium*) haften auf das Festeste zusammen, können jedoch an dem seiner Mineralbestandtheile entledigten, macerirten Knochen abgespalten werden.

Das Schichtensystem ist aber ein doppeltes, indem wir einmal Blättern begegnen, welche durch die ganze Dicke des Knochens hindurchgehen, anderseits solche antreffen, welche das einzelne *Havers*'sche Kanälchen umgeben. Wir wollen erstere General- oder Grundlamellen, letztere Spezial- oder *Havers*'sche Lamellen nennen.

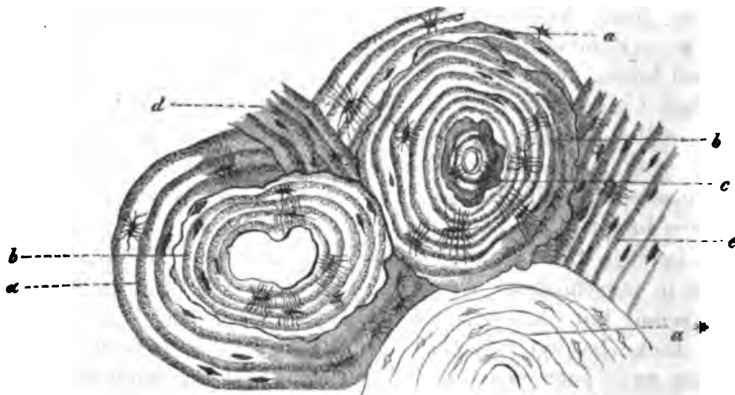
Auch dieses Verhältniss tritt uns nirgends schöner als an dem Querschliff des Mittelstücks eines Röhrenknochens entgegen. Fig. 186 kann eine Vorstellung gewähren. Die Generallamellen erscheinen hier als ein die ganze Dicke kontinuirlich durchlaufendes System concentrischer Schichten, welche einwärts (*b*) um die grosse Markhöhle beginnend deren Wand bilden (Marklamellen), dann in dem mittleren Theile (*d*) bei zahlreichen Unterbrechungen weniger deutlich zu sein pflegen (intermediäre Lamellen), dagegen wieder äusserlich unter dem Periost (*a*) auf das Schärfste hervortreten (Beinhautlamellen). Es versteht sich von selbst, dass diese Schichtungen nur Theile eines und desselben Lamellensystems bilden. Die Zahl und Dicke der einzelnen Blätter wechselt. Letztere beträgt 0,00343 — 0,00686‴ und mehr. — Die Speziallamellen umgeben in verschiedener Anzahl, von etwa 6 — 18 mit Extremen nach beiden Seiten hin, den Querschnitt des *Havers*'schen Kanals (*c*). Ihre mittlere Dicke beträgt 0,00286 — 0,00572‴; ihre Lagerung ist in der Regel eine mehr oder weniger concentrische und die innerste derselben bildet natürlich die Wand des Markkanälchens. Gar nicht selten liegt ein solches excentrisch in seinem Lamellensystem. Ist es in höherem Grade der Fall, so wird letzteres nach dieser Stelle hin unvollständig. Zuweilen sind benachbarte Lamellensysteme *Havers*'scher Gänge noch-

mals von sekundären Lamellen umschlossen (*Tomes* und *de Morgan*). Unsere Kanäle besitzen im Uebrigen eine derartige Umhüllung in sehr verschiedener Stärke. Gänge von mittlerer Weite pflegen das stärkste Lamellensystem zu führen. In den stärkeren Röhrenknochen des menschlichen Skelets stehen die *Havers*'schen Gänge so dicht, dass ihre concentrischen Lamellen die intermediären fast gänzlich verdrängen, nicht so aber in den kleineren Knochen der Mittelhand und Finger, wo die Entfernung, wie es allgemeiner bei Säugethieren vorkommt, eine grössere bleibt.

Verfertigen wir uns einen Längsschliff durch die kompakte Masse des Röhrenknochens, so wird das gestreckte Netzwerk der *Havers*'schen Gänge umgeben von längslaufenden Linien, deren Entfernung mit derjenigen der concentrischen des Querschnittes stimmt. Es treten uns so die Lamellen als in einander geschachtelte Röhrensysteme von ansehnlicher Länge entgegen, welche wesentlich senkrecht gestellt sind. Nur horizontale Verbindungsgänge werden von entsprechend gelagerten Lamellen umhüllt. Letzteres bemerkt man, obgleich selten, am schönsten an einem im Querschnitt erscheinenden wagerechten Kanale[1]).

In den anderen Skeletstücken tritt diese schöne Regelmässigkeit der Schichtung weniger hervor. So sehen wir schon in den Epiphysen der Röhrenknochen die Lamellensysteme in viel geringerer Ausbildung vorhanden, indem die Markkanäle von einer unbeträchtlicheren Anzahl jener umhüllt und die inneren Generallamellen gänzlich vermisst werden. Bei spongiöser Knochenmasse tritt uns das blätterige Gefüge in dicken Balken und Plättchen noch deutlicher entgegen, während es mit der Massenabnahme letzterer mehr und mehr schwindet. In der Rinden-

Fig. 187.



Ein menschliches Fingerglied im Querschnitte; *a** ein *Havers*'sches Lamellensystem gewöhnlicher Art; *a. a* zwei andere, welche im Innern eine Resorption erlitten haben (*b. b*) und so *Havers*'sche Räume bilden, die von neuen Lamellen erfüllt sind; *c* abermalige Resorption in einem solchen mit Ablagerung neuer Knochenmasse; *d* unregelmässige Lamellen und *e* gewöhnliche intermediäre.

schicht platter Knochen laufen die Generallamellen wie die Markkanäle mit den ihrigen parallel der Knochenfläche; ebenso bemerkt man in der kompakten, den kurzen Knochen bedeckenden Lage beiderlei Lamellensysteme. — Der rege Bildungsprozess, welcher in jungen Knochen stattfindet, führt häufig Wiederauflösungen schon fertiger Knochenmasse von einem *Havers*'schen Kanalsysteme aus herbei (Fig. 187. *a*). Es entstehen so unregelmässig begrenzte Hohlräume von verschiedener Grösse mit angefressenen Rändern und wie abgenagt erscheinenden Lamellen. *Tomes* und *de Morgan*[2]), welche zuerst hierauf hinwiesen, geben jenen Lücken den Namen der *Havers*'schen Räume (*Haversian spaces*).

Später kann ein derartiger Hohlraum von einem neuen Speziallamellensysteme wieder ausgefüllt werden, wobei alsdann die charakteristischen Begrenzungen den Ursprung beurkunden (*b. b*). Ja wie ich kürzlich an einer menschlichen Phalanx sah, es vermag ein solches den *Havers*'schen Raum erfüllendes Lamellensystem nochmals eine Resorption von der Mitte her zu erleiden und dann eine abermalige oder tertiäre Erzeugung concentrischer Lamellen im Innern stattzuhaben (*c*). Wieder ausgefüllte *Havers*'sche Räume sind übrigens nicht seltene Vorkommnisse. Wo sie häufiger auftreten, können sie eine nicht unbeträchtliche Unregelmässigkeit in die Knochentextur hereintragen.

Anmerkung: 1) Im Uebrigen müssen die Lamellen horizontaler Verbindungskanäle leicht das Bild intermediärer Grundlamellen darbieten. — 2) a. a. O. S. 111.

§ 154.

Die Knochensubstanz selbst bietet im Allgemeinen ein mehr homogenes, aber keineswegs sehr durchsichtiges Ansehen dar. Sie erscheint vielmehr ziemlich matt und trübe. Wendet man sehr starke Vergrösserungen an, so bemerkt man (manchmal ziemlich deutlich) eine feine Punktirung jener. Darauf hin haben manche Histologen (*Tomes*, *Todd* und *Bowmann*, *Koelliker*) eine granulirte Textur des Knochengewebes angenommen, während andere (*Henle*, *Gerlach*) dieses in Abrede stellen[1]). Dass die Querschnitte der zahlreichen plasmatischen Kanälchen des Knochengewebes hierbei eine Rolle spielen, wenn sie auch vielleicht nicht alles erklären, scheint unzweifelhaft.

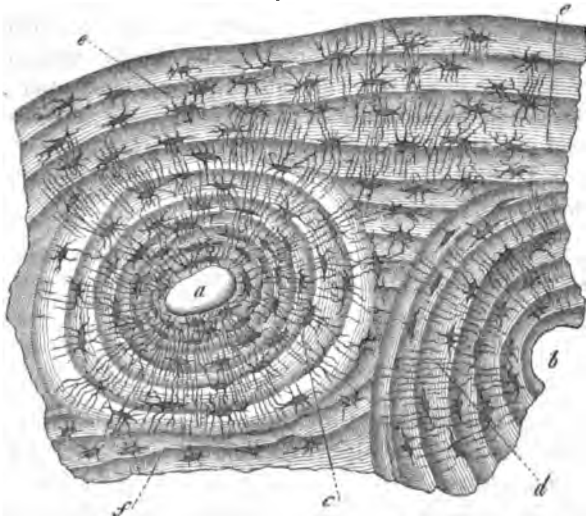
Ebenso gewahrt man an Querschnitten, aber in sehr ungleicher Schärfe, an jeder *Havers*'schen Lamelle einen äusseren, mehr dunkleren und einen inneren, mehr helleren Theil, eine Sonderung, deren Bedeutung noch zweifelhaft erscheint (Fig. 187).

Der wichtigste Theil des Knochengewebes sind die Zellen desselben, welche der Grundmasse höchst reichlich[2]) eingebettet mit sehr zahlreichen hohlen strahligen Ausläufern letztere durchdringen und ein ungemein entwickeltes Röhrennetz darstellen, das dem freilich viel weniger ausgebildeten mancher bindegewebigen Theile nahe verwandt erscheint.

Man nennt diese Formelemente die Knochenzellen. Indem jedoch ihre zarte Wand der umgebenden Grundsubstanz dicht anliegt und letztere wenig transparent auftritt, bemerkt man bei gewöhnlicher Betrachtung nur die Kontour der Begrenzungsschicht und die Knochenzellen mit ihren Ausläufern erscheinen wie zahllose Lücken im Gewebe, ungefähr ähnlich wie die Knorpelzelle als rundliche Höhle der Intercellularmasse sich darbot. Man hat jene Knochenkörperchen, letztere Kalkkanälchen genannt, weil man irrthümlich das Ganze früher für eine Ablagerungsstätte der Knochenerde nahm.

Die Knochenkörperchen (*Corpuscula ossium*) oder wie ein passenderer Name besagt, die Knochenhöhlen (Fig. 188) zeigen sich im frischen, feuchten Knochen als länglich runde, bald kürzere, bald längere linsenförmige Räume, welche die eine breite Fläche dem Markkanal zukehren, von wasserhellem Ansehen und ziemlich wechselnder Gestalt. Ihre Länge kann auf 0,008—0,025‴ bei einer Breite von 0,0030—0,0060 und einer Dicke von 0,002—0,004‴ angenommen werden. Sie liegen auf dem Querschnitte meistens im Innern der Lamellen; bisweilen auch zwischen denselben, so dass ihre Längsachse der Begrenzungsfläche der Lamelle mehr parallel verläuft. Allgemeine und spezielle Lamellen bieten in dieser Hinsicht keinen erheblicheren Unterschied dar. Die Ausläufer der Knochenhöhlen, feine Gänge von 0,0006—0,0008‴, können hierbei nur über kürzere Strecken verfolgt werden und verschwinden bald in der Grundsubstanz.

Fig. 188.

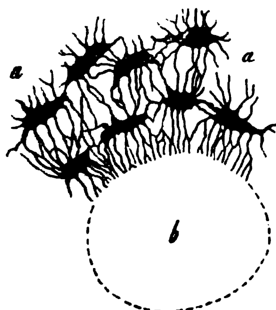


Querschnitt eines menschlichen Knochens; *a. b* zwei durchschnittene *Havers*'sche Gänge umgeben von Speziallamellen *c. d*; *e. f* die Grundlamellen.

Bei weitem schönere und prägnantere Bilder dieses Höhlen- und Kanälchensystemes geben Schliffe getrockneter Knochen, wo das Röhrenwerk mit Luft erfüllt bei durchfallendem Lichte dunkel und schwarz (bei auffallendem weiss) in grösster Schärfe und Deutlichkeit hervortritt und jetzt als auffallendstes Formelement bei mikroskopischer Untersuchung des Gewebes vor Allem das Auge fesselt. (Fig. 185. 186. 187. 188.) Von

den zackigen Knochenhöhlen entspringen in enormer Zahl die sogenannten **Kalkkanälchen** (*Canuliculi chalicophori*), um in unregelmässig radienförmigem Verlaufe unter manchfachen Theilungen die Grundsubstanz gedrängt zu durchsetzen, wobei eine Menge von Kommunikationen mit den Ausläufern benachbarter Knochenhöhlen zu bemerken sind, ebenso die Kanälchen von dem einen Lamellensysteme in ein anderes herübertreten.

Fig. 189.



Knochenkörperchen (*a. a*) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen *Havers*'schen Kanal (*b*) (nach *Todd* und *Bowman*).

Verfolgt man diese feinen Gänge eines Querschliffes (Fig. 189. *a*), so sieht man sie einmal konvergirend nach dem durchschnittenen *Havers*'schen Kanale verlaufen und in diesen einmünden (*b*). Ebenso gelingt es leicht, in den inneren, die grosse Markhöhle begrenzenden Generallamellen, die Oeffnung anderer Kalkkanälchen zu bemerken, sowie an den peripherischen Beinhautlamellen eine dritte Mündung nach aussen unter dem Periost[3]).

Am Längsschnitt (Fig. 185) bemerkt man die Knochenkörperchen die Markkanäle umgeben und einen Theil ihrer Ausläufer in mehr horizontaler Richtung in jene sich öffnen. Besonders instruktiv sind solche Stellen, wo man die Wand eines der Länge nach geöffneten *Havers*'schen Ganges antrifft und wo diese durch die zahlreichen Oeffnungen der Kalkkanälchen ein punktirtes Ansehen gewinnt (Fig. 185. *e*). Auch die übrigen Knochen zeigen uns die eben geschilderten Gebilde, allerdings unter mancherlei Modifikationen der Zahl und Stellung.

Dieses so ungemein entwickelte System zahlreicher Knochenkörperchen und Kalkkanälchen mit seiner Menge freier Ausmündungen macht es begreiflich, dass ein Knochenplättchen beim Eintrocknen rasch mit atmosphärischer Luft sich zu füllen vermag, ebenso beim nachherigen Zusatz eines Oeles oder dünnflüssigeren Kanadabalsams schnell die eingedrungene Luft wieder entweichen lässt. Besonders schön gestaltet sich bei mikroskopischer Untersuchung dieses allmähliche Verdrängtwerden der Luft durch das vordringende Oel. Nicht selten gewähren mikroskopische, in Balsam eingelegte Präparate die beiderlei Erscheinungsformen des Kanalwerks und der Höhlen. Ein Theil hat die Luft zurückgehalten, ein anderer ist mit dem eingedrungenen Balsam erfüllt. Ebenso kann das Ganze mit gefärbter Masse injicirt werden, so dass sich die Verhältnisse der Hornhaut und der Sehnen, nur in ausgedehnterer Weise, wiederholen.

Die bisherigen Betrachtungen haben uns zwar die hohle Beschaffenheit der Knochenkörperchen und der Kalkkanälchen, nicht aber die **Zellennatur** jener gelehrt. Man verdankt diesen interessanten und wichtigen Nachweis (welcher sehr leicht gelingt) dem Scharfblicke *Virchow*'s[4]).

Hierzu (Fig. 187) eignen sich frische Knochen, welche entweder einfach in Salzsäure macerirt oder nachträglich gekocht sind oder, was am meisten zu empfehlen, nach vorhergegangener Einwirkung der Chlorwasserstoffsäure eine kurze Zeit lang mit Natronlauge aufgekocht wurden. In der nun weichen, oft schleimig zerfliessenden Intercellularsubstanz (*b*) sieht man in Gestalt der früheren Knochenhöhlen gleichgebildete Zellen mit kürzeren oder längeren Ausläufern, deutlicher Wand und einem ovalen oder länglichen, im Mittel 0,0033''' messenden Kerne von verschiedener Schärfe. Am überzeugendsten sind Ansichten, wo man durch vorsichtiges Schieben und Drücken die Zelle ganz oder theilweise von der anheftenden Grundmasse befreit hat (*a*—*d*). Kennt man einmal diese Verhältnisse, so lassen sich zuweilen schon in frischen feuchten Knochenplättchen ohne weitere Behandlung die Zellenkerne entdecken.

Fig. 190.



Knochenzellen aus der *Diaphyse* des *Femur*; *a* u. *c* die Zellen mit Kernen; *b* eine Zelle mit einem anhaftenden Reste der erweichten Grundmasse; *d* eine solche, deren Nucleus in Körnchen zerfallen ist.

Anmerkung. 1) *Tomes* (*l. c. p.* 848) erhielt beim Zerdrücken calcinirter Knochen äusserst kleine Körnchen. *Koelliker* (Handbuch S. 217) geht soweit anzunehmen, dass die Grundmasse des Knochens aus einem innigen Gemenge anorganischer und organischer Verbindungen in Gestalt fest vereinigter feiner Körnchen bestehe. — 2) Von der Menge der Knochenkörperchen kann man sich aus einer Berechnung *Harting*'s (a. a. O. S. 78) eine Vorstellung machen, wonach ein Quadratmillimeter Knochensubstanz im Mittel 910 derselben führt. — 3) Geschlossene Enden der Kalkkanälchen kommen nur sehr selten und ausnahmsweise hier und da vor. Die eingedrungene Luft galt früher für eine sehr feinkörnige Knochenerde, die in manchen Knochenkörperchen fehlend, das Bild einer Lücke erzeugen sollte. — 4) Würzburger Verhandlungen Bd. 1. S. 193 und Bd. 2. S. 150. Vergl. auch *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 296.

§ 155.

Was die Knochenmischung[1]) betrifft, so treten neben der eigentlichen Substanz (mit Zellen und Grundmasse) die Markbehälter als Zugaben auf, deren verschiedenartige Inhaltsmassen nicht entfernt werden können.

Frische Knochen zeigen beim Menschen und höheren Wirbelthier einen ziemlich geringen Wassergehalt; namentlich das kompakte Gewebe, wo er 3—7% beträgt, während das schwammige Gefüge einen von 12—30% führt (*Stark*). Junge Knochen sind im Uebrigen wasserreicher als ältere.

Das trockne Knochengewebe besteht aus etwa 30—45% und mehr leimgebender Materie, erhärtet durch einen Ueberschuss der sogenannten Knochenerde, eines Gemenges anorganischer Salze. Hierzu

kommt noch eine geringe, aber wechselnde Menge von nicht in Leim zu verwandelnden Stoffen, welche auf Zellen- und Röhrenmembranen der Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer, ebenso auf die Inhaltsmassen der Markräume zu beziehen sind.

Der Leim, der durch das Kochen des von seinen Salzen befreiten Knochens (welcher, wie erwähnt, nach Verlust der Knochenerde knorpelartig weich erscheint und Knochenknorpel heisst) erhalten wird, ist Glutin (§ 18), was auch beim Bindegewebe der Fall war.

Interessant und auf zurückgebliebene Reste des vorherigen Knorpels deutend, ist das Vorkommen geringer Beimengungen von Chondrin (*Müller*, *Simon*, *Bibra*). Sekundäre, vom Periost gebildete Knochenmassen (s. u.) dürften gänzlich chondrinfrei sein[2]).

Die Knochenerde stellt ein Gemenge verschiedener Salze dar, deren Basen Kalk und in sehr untergeordneter Weise Magnesia sind, gebunden an Phosphorsäure, Kohlensäure und eine geringe Menge von Fluor.

Weit aus in grösster Menge, obgleich wiederum nach Alter, Ernährungsweise, einzelnen Skelettheilen manchfach schwankend, erscheint der neutrale phosphorsaure Kalk (§ 59). In weit untergeordneterer Art findet sich das kohlensaure Salz und noch geringer gestaltet sich die Menge des Fluorcalciums. Endlich erscheint, dem massenhaften Vorkommen der Kalksalze gegenüber, ganz unerheblich die Zumengung der Talkerde, welche man gewöhnlich (und auch wohl mit Recht) nur als phosphorsaure Verbindung annimmt.

Daneben zeigen frische Knochen noch Alkalisalze mit Phosphorsäure, Chlor (Schwefelsäure?), ebenso Eisen, Mangan, Kieselerde, was gewiss theilweise der das Gewebe durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit zuzurechnen ist.

Durch Glühen kann die organische Grundlage mit Schonung der Knochenform entfernt werden. Aber der geglühte Knochen hat alle Kohäsion verloren und fällt rasch beim Anfassen auseinander zu einer weissen pulverigen Masse. Halten wir fest, dass keine Aequivalentverbindung des phosphorsauren Kalkes mit Glutin existirt, dass die Menge der Knochenerde in den einzelnen Knochen beträchtlich wechselt, sowie, dass die Mineralbestandtheile ohne die geringste Schädigung der Textur dem Knochengewebe zu entziehen sind, so kann die Verbindung der Knochenerde mit dem sogenannten Knochenknorpel nur eine mechanische sein. Doch hat die körnige Einbettung von Kalksalzen in den verkreidenden Knorpel gegenüber der von Anfang an diffusen in das osteogene Gewebe etwas Räthselhaftes.

Heintz[3]) gewann für das kompakte Gewebe des Oberschenkels des Weibes in zwei Fällen:

	1.	2.
Phosphorsauren Kalk	85,62	85,83
Kohlensauren Kalk .	9,06	9,19

	1.	2.
Fluorcalcium . . .	3,57	3,24
Phosphorsaure Magnesia	1,75	1,74

Die Menge der Knochenerde variirt einmal nach den verschiedenen Skeletstücken eines und desselben Körpers. So erhielt *Rees* für das Schläfebein das Maximum mit 63,50 und das Schulterblatt die geringste Zahl mit 54,51 %; *Bibra* für den Oberschenkel die höchste Ziffer mit 69, für das Sternum die niedrigste mit 51 %[4]). Kompaktes Knochengewebe ist im Allgemeinen reicher an Knochenerde als schwammiges[5]).

Ferner ändert dasselbe Knochenstück nach dem Alter, indem es in jungen Jahren reicher an organischer Materie als in späterer Zeit erscheint. So traf *Bibra* das Femur eines 7monatlichen Fötus mit 59,62 % Knochenerde, das des Kindes von 9 Monaten mit 56,43, das des 5jährigen Kindes mit 67,80, das des 25jährigen Mannes mit 68,97; bei einem Weibe von 62 Jahren mit 69,82 und einem von 72 Jahren mit 66,81[6]).

Ein interessanter, noch nicht hinreichend aufgeklärter Umstand ist der Reichthum fossiler Knochen an Fluorcalcium. Er kann 10, ja 16 % der Asche erreichen[7]).

Anmerkung. 1) Man vergl.: *Bibra's* Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. Schweinfurt 1844; ferner *Lehmann's* Physiol. Chemie Bd. 3. S. 11 und Zoochemie S. 429; *Mulder* (S. 160), *Schlossberger* (Abth. 1. S. 3); endlich *Frémy* in den *Ann. de Chim. et de Phys.* 3. *Série. Tome* 43. *p.* 47 und *Hoppe* in *Virchow's* Archiv Bd. 5. S. 174. — 2) Eine Frage, welche früher die Chemiker und Physiologen manchfach beschäftigt hat, die nach der Umwandlung des Chondrigens in Collagen beim Ossifikationsprozesse (§ 19), hat nach den neueren Aufschlüssen über diesen Vorgang (*Bruch, Müller*) sehr an Werth verloren, da der Knorpel nicht in Knochen sich metamorphosirt, sondern einschmelzend dem Knochengewebe Platz macht. Es werden die chondrigenen Substanztheilchen wohl zersetzt und resorbirt, während aus der Blutbahn neue eiweissartige Materie abgeschieden wird, die sich in Collagen, gerade wie beim Bindegewebe, umwandelt. — 3) *Poggendorff's* Annalen Bd. 77. S. 267. — 4) *Rees* (*London and Edinburgh phil. mag.* 1838) fand (in einer möglicherweise nicht genügenden Untersuchung) die darauf bezügliche Reihe: Schläfebein, Oberarm, Oberschenkel, Radius, Ulna, Fibula, Tibia, Darmbein, Schlüsselbein, Rippen, Wirbel, Metatarsus, Brustbein, Schulterblatt. *Bibra* bekam eine etwas andere Folge. — 5) Uebereinstimmend erhielten *Frerichs* (Annalen Bd. 43. S. 250) und *Bibra* für das kompakte Gewebe einen stärkeren Ueberschuss des phosphorsauren Kalks. Der kohlensaure Kalk soll nach Ersterem in beiden Geweben ziemlich gleich, nach Letzterem im schwammigen Gewebe beträchtlicher ausfallen. — 6) Dieses wurde von *Stark* und *Frémy* bestritten. Ein Geschlechtsunterschied scheint nicht vorzukommen. — 7) *Lassaigne* erhielt für das Anoplotherium (Zahn) bis 15 %, *Lehmann* für den Hydrarchos (Rippe) bis 16 % Fluorcalcium (Phys.Chem. Bd. 1. S. 400). Man s. *Schlossberger* a. a. O. S. 79.

§ 156.

Für den mechanischen Aufbau des Körpers kommen die Knochen durch ihre Härte und Festigkeit in Betracht, indem sie hierin den Knor-

pel weit übertreffen. Sie dienen zum Schutze von Eingeweiden und bilden durch die Muskeln bewegte Hebelsysteme. Durch die Einlagerung der Knochenerde wird der biegsame Knochenknorpel erhärtet, um ohne Krümmung die Last des Körpers etc. zu ertragen. Zugleich bleibt ihm eine gewisse Elastizität und Kohäsion, welche auch starken Eingriffen ohne Brechen des Gewebes noch Widerstand leisten kann. Ein Steigen der Mineralbestandtheile verleiht allmählich dem Knochen eine grössere Sprödigkeit und leichtere Zerbrechlichkeit. Kindliche und Greisen-Knochen zeigen derartige Unterschiede im normalen Leben, welche pathologisch sich noch zu erhöhen vermögen.

An dem chemischen Geschehen des Organismus betheiligen sich die Knochen in erheblicherer Weise durch ihren Stoffwechsel. Ist uns dieser auch in seinen Richtungen, sowie in seiner Grösse noch nicht genau bekannt, so zwingen doch die physiologischen Thatsachen, ihn als einen nicht unbedeutenden anzusehen, der freilich wieder sehr erheblich steigen und fallen mag. Es gehören hierher einmal das ganze wuchernde vegetative Leben des Knochens, die häufige Neubildung seiner Substanz, die Heilung der Knochenbrüche u. a. mehr. Ebenso lehren die bekannten Versuche mit einem Metallring, der um den Knochen junger Thiere gelegt, später in das Innere eingedrängt bemerkt wird, diesen grösseren Umsatz der Knochenmaterie, für welche jedoch wohl den schönsten Beweis die Entwicklungsgeschichte des Gewebes liefert. Im Uebrigen braucht natürlich mit dem Wechsel des Stoffes kein Untergang des Gewebes verbunden zu sein. Auch im chemischen Gebiete vermögen wir dieses Kommen und Gehen der Materie zu zeigen. Bei dem massenhaften Vorkommen der phosphorsauren Kalkerde wird es begreiflich, wie eine mangelhafte Zufuhr dieses Salzes in einer ungenügenden Erhärtung der Knochen widerklingen werde (*Chossat*[1]). Dagegen haben die bekannten Fütterungsversuche mit Krapp in der neueren Zeit sehr an wissenschaftlicher Bedeutung verloren, indem das Knochengewebe da, wo es an Blutgefässe angrenzt, wohl nur einfach von der Färberröthe durchtränkt wird[2]).

Es ist eine der schönsten histologischen Erwerbungen, dass wir für diesen energischeren Wechsel der Massen in dem so unendlich entwickelten und dabei so unendlich feinen Kanalwerk der Knochenzellen und ihrer Röhrchen den physiologischen Apparat erkannt haben, ein plasmatisches Gefässsystem, welches aus den Blutgefässen der Markkanäle und Knochenoberflächen transsudirtes Ernährungsfluidum mit seinen so feinen Oeffnungen empfängt und durch das ganze Gewebe leitet, so dass jeder kleinste Theil der Grundmasse an der Zufuhr von ernährenden organischen wie anorganischen Stoffen Antheil nimmt. Leider ist uns der flüssige Inhalt dieser Gänge, welche die Saftkanäle bindegewebiger Theile in ihrer Ausbildung soweit übertreffen, noch gänzlich unbekannt.

Anmerkung: 1) *Chossat* in der *Gaz. méd.* 1842. *p.* 208. — 2) Ueber diese schon im vorigen Jahrhundert von *Duhamel* angestellten Versuche s. man *Flourens* (*Annal. d. sc. nat.* 2. *Série. Tome* 13 *p.* 97); *Bruch* (a. a. O. S. 116) und *Schlossberger* (S. 65).

§ 157.

Das Knochengewebe gehört zu den spät erscheinenden des menschlichen Körpers und fehlt in einer Periode, wo schon die Entwicklung der meisten übrigen Gewebe weit vorgerückt ist, noch gänzlich.

Es verhält sich somit völlig anders als der Knorpel, an dessen Stelle es gerade in grosser Ausdehnung treten soll. Im Uebrigen entwickelt sich das Knochengewebe nach den einzelnen Lokalitäten des Leibes in sehr ungleichen Zeiträumen.

Die Entstehung desselben oder die Lehre vom Verknöcherungsprozesse bildet einen der schwierigsten und streitigsten Abschnitte der Histologie.

Da mit Ausnahme des Schlüsselbeines und eines Theiles der Kopfknochen die sämmtlichen Skeletstücke knorplig vorgebildet sind und das unbewaffnete Auge den Knorpel anscheinend zum Knochengewebe sich verändern sieht, so konnte nichts näher liegen als der Gedanke, dass Knochenmasse aus der Umwandlung von Knorpel hervorgehe, eine Anschauung, welche auch die mikroskopische Gewebelehre bis in die neueste Zeit beherrschte[1]).

Durch die Untersuchungen von *Sharpey*, *Bruch* und *Müller*[2]) hat sich herausgestellt, dass diese ältere Anschauung nicht mehr haltbar, dass die Knorpelmasse zwar zur Verkalkung gelangt, niemals aber Knochengewebe wird, vielmehr einschmelzend der hereinbrechenden Knochenbildung Platz zu machen hat (§ 121). Letztere erfolgt stets auf einfachem Wege. Strahlige Zellen, welche theils entferntere Abkömmlinge von Knorpelzellen, theils nähere von Bindegewebskörperchen sind, treten in anfangs weicher, bald diffus verkalkender Grundmasse auf und stellen so das Knochengewebe dar. Dieses gehört in die Gruppe der Bindesubstanzen und darf im weichen Zustande als osteogenes Gewebe bezeichnet werden.

Anmerkung. 1) Gerade an der Hand des Mikroskops bemühten sich die Forscher lange Zeit hindurch, eine derartige Metamorphose des gefässlosen, nicht geschichteten und mit rundlichen Zellen versehenen Knorpels zum gefässführenden, lamellösen und strahlige Zellen enthaltenden Knochen darzulegen und besonders die Uebergangsweise der Knorpel- zur Knochenzelle zu ermitteln. Die Geschichte unserer Disziplin (s. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 344) zeigt, wie drei auf den letzteren Punkt bezügliche Anschauungen nach einander auftauchen und sich gegenseitig das Feld streitig machen. Nach der einen dieser Meinungen sollte der Kern einer Knorpelhöhle, strahlenförmig auswachsend, ein Knochenkörperchen bilden. Nach einer zweiten Theorie sollte sogar die ganze Knorpelzelle diese Formumwandlung erfahren. Eine dritte Ansicht, welche noch bis vor Kurzem das Feld

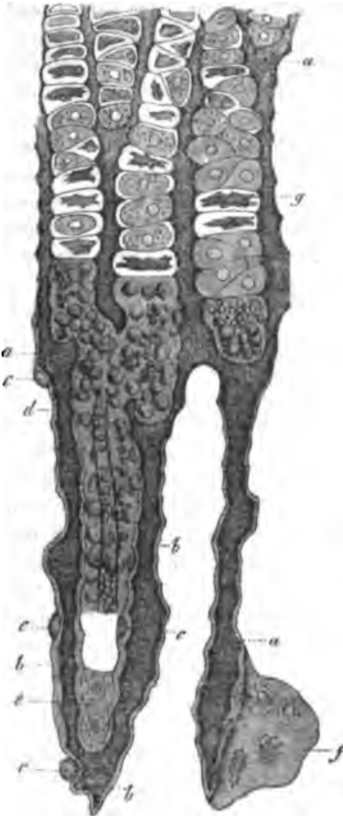
siegreich zu behaupten schien, ist von *Schwann* und *Henle* ausgegangen. Nach ihr wird das Knochenkörperchen erzeugt durch eine ungleiche Verdickung der Kapselwand der Knorpelzelle. In der That schien das Vorkommen sternförmig eingeschrumpfter eigentlicher Knorpelzellen innerhalb ihrer Kapseln und die Entdeckung der zelligen Natur des Knochenkörperchens durch *Virchow* diese Auffassung zu bewahrheiten, ebenso die Erforschung rhachitischer Knochen durch *Koelliker* u. A. — Allein schon im Jahre 1846 hatte *Sharpey* (*Quain*'s *Anatomy*, *fifth edition by Quain and Sharpey. Part 2. p.* 146. *London* 1846) und bald sich ihm anschliessend *Koelliker* (Bericht von der zootomischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig 1849. S. 35) für den Menschen und die Wirbelthiere die Entstehung ächter Knochensubstanz auch von bindegewebigem häutigen Substrate aus behauptet, welche einmal das Wachsthum der Knochen vom Periost her bedinge, ebenso bei einer Anzahl knorplig nicht vorgebildeter Knochen (den sogenannten sekundären) ausschliesslich herrsche. So kam man denn vielfach dahin, eine doppelte Entstehungsweise des Knochengewebes anzunehmen, einmal durch die Umbildung des vorhandenen Knorpels, dann durch die Metamorphose eines bindegewebigen Substrats, obgleich *Sharpey* die letztere Bildungsweise als ausschliessliche auch für knorplig präformirte Knochen vertheidigt hatte. Ueber die angebliche Knorpelmetamorphose lautete die verbreitete Ansicht bis vor Kurzem etwa folgendermaassen: Der Knorpel erfährt beim Ossifikationsprozesse eine Einbettung der Knochenerde; die Knorpelzellen gestalten sich nach der oben erwähnten dritten Theorie zu Knochenkörperchen, während ihre sekundären Hüllen mit der Intercellularsubstanz verschmelzen und so die Grundmasse des Knochens bilden. Die Entstehung der Markräume und Markkanäle verdankt einem Schmelzungs- und Resorptionsprozesse in dem sich umwandelnden Gewebe den Ursprung. Die Lamellenbildung des Knochens blieb ziemlich unerklärt; ebenso war die Entstehung der Kalkkanälchen eine missliche. — Es ist ein Verdienst von *Bruch* (a. a. O.) und namentlich von *H. Müller* (*Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 147), nach dem Vorgange *Sharpey*'s diese vermeintliche Umwandlung von Knorpel- in Knochenmasse als irrig dargelegt zu haben. Aus der Literatur seien noch erwähnt: *Bidder* in *Müller*'s Archiv 1843. S. 336; *Vötsch*, die Heilung der Knochenbrüche etc. Heidelberg 1847; *Rokitansky*, Zeitschrift der Wiener Aerzte 1848. S. 1; *Rouget, developpement et structure du système osseux. Paris* 1856.

§ 158.

Wenn wir nun auch nach dem vorigen § festhalten müssen, dass Knochengewebe nicht aus einer unmittelbaren Umwandlung von Knorpel hervorgeht, so ist für das Verständniss der Verknöcherung in knorplig präformirten Skeletstücken die Ermittlung der in letzteren herrschenden Textur unentbehrlich. Schon früher beim Knorpelgewebe (§ 121 u. 122) war von der Verkalkung und Erweichung, sowie dem Verhalten und der Lage der Knorpelzellen die Rede. Diese verschiedene Gruppirung der Knorpelzellen können Fig. 191. *g*. und 192 (oben) versinnlichen.

Ferner zeigt der Knorpel vor der kommenden Ossifikation Gefässe, welche schon in früher Periode des Fötallebens entstehen und für die bevorstehenden Umwandlungen jedenfalls von Wichtigkeit sind. Zu ihrer Aufnahme bilden sich durch Verflüssigung von Theilen des Gewebes Kanäle. Diese sind mit kleinen rundlichen Zellen dicht erfüllt, welche theilweise nachträglich durch Verschmelzung die Gefässwände herstellen.

Fig. 191.



Senkrechter Schnitt am Verknöcherungsrande der Diaphyse des Metatarsus eines Rinderfötus von 2′ Länge nach *Müller*. *a* Grundmasse des Knorpels; *b* des Knochens; *c* neugebildete, der Intercellularsubstanz mehr oder weniger eingebettete Knochenzellen in seitlicher Ansicht; *d* ein sich bildender Markkanal mit Gefäss und Markzellen; *e*. *f* Knochenzellen von der breiten Fläche; *g* die reihenweise gestellten Knorpelkapseln zum Theil mit geschrumpften Zellenmembranen. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Fig. 192.



Verknöcherungsrand einer Phalanx-Epiphyse des Kalbes im Vertikalschnitt nach *Müller*. Nach oben die Knorpelmasse mit regellos liegenden grossen, Tochterzellen führenden Kapseln. *a* Kleinere Markräume, zum Theil wie geschlossen erscheinend, leer gezeichnet; *b* solche mit Markzellen; *c* Reste des verkalkten Knorpelgewebes; *d* grössere Markräume an den Wandungen mit aufgelagertem dünneren oder dickeren und in letzterem Falle geschichteten Knochengewebe; *e* in der Bildung begriffene Knochenzelle; *f* eine geöffnete Knorpelkapsel mit eingelagerter Knochenzelle; *g* eine theilweise ausgefüllte Höhle, von Knochenmasse aussen bedeckt, mit einer Markzelle im Innern; *h* scheinbar geschlossene Knorpelkapseln mit Knochenzellen im Innern. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Es ist dieses das sogenannte Knorpelmark, dessen zellige Bestandtheile Nachkömmlinge der Knorpelzellen darstellen. Verlauf und sonstiges Verhalten dieser Blutgefässe, welche theils mit denen des Perichondriums in Verbindung stehen, theils später auch mit denjenigen schon

verknöcherter Knorpelpartieen kommuniziren, bieten im Uebrigen noch manche Dunkelheiten dar.

In dem eben geschilderten Zustande nun sind die Knorpel zur Verkalkung und der sich bald anreihenden Bildung von Knochengewebe geschickt. Die Verknöcherung geht bekanntlich von bestimmten Stellen, den sogenannten Verknöcherungs- oder Ossifikationspunkten aus. Solcher Stellen oder Knochenkerne, wie man sich ebenfalls ausdrückt, können in einem Knochen mehrere vorkommen, welche jedoch nicht gleichzeitig sich bilden müssen. Bei Röhrenknochen liegt der Verknöcherungspunkt der Diaphyse vielfach im Innern der Mitte, bei paarigen platten und kurzen Knochen im Centrum. Unpaare derartige Knochen besitzen zwei oder mehrere Knochenkerne. Von den Knochenkernen schreitet nun die Ossifikation allmählich peripherisch weiter in den Knorpel herein. Letzterer bietet uns also, dem Knochenkerne näher und ferner, verschiedene Texturverhältnisse dar.

Untersucht man nun solche an den Knochenkern angrenzende Theile des Knorpels, so bieten uns diese vielfach durchmusterten Lokalitäten durch die Masse der Kalkkrümel eine schwer zu bewältigende Undurchsichtigkeit dar, welche die Erkenntniss der Osteogenese ganz besonders erschwerte. In der neueren Zeit hat *Müller* sich der Chromsäurepräparate mit Erfolg bedient (Fig. 191 u. 192 sind in dieser Weise behandelte ossifizirende Knorpel).

Die Einlagerung der Kalksalze zeigt im Uebrigen mancherlei Differenzen. Wo die Knorpelzellen einzeln oder in kleineren Gruppen beisammen liegen (Fig. 192), werden sie von den Kalkkrümeln vollkommener umschlossen, als bei ihrer reihenweisen Gruppirung (Fig. 191), wo schmale Querbrücken der Grundmasse häufig weich bleiben.

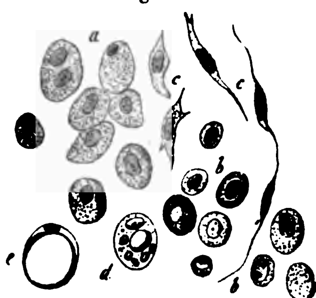
§ 159.

Diese verkalkte Knorpelmasse erfährt von den schon verknöcherten Theilen her nun baldig einen Schmelzungsprozess, durch welchen es zur Bildung von zahlreichen Markräumen kommt. Es versteht sich, dass die vielfach weicher gebliebenen Knorpelkapseln die ersten Opfer dieser Einschmelzung sein werden. Hält man sich an die Diaphyse des Röhrenknochens, so sieht man die Wände der Knorpelkapseln einer Reihe, ebenso die geringen Mengen dazwischen befindlicher Grundmasse, sich auflösen, so dass längere schmälere Räume mit buchtigen Wandungen die Folge sind (Fig. 191. *d*). Indem aber auch andere angrenzende Theile der Knorpelgrundmasse dem fortgehenden Schmelzungsprozess anheimfallen, kommt es vielfach zu Durchbrüchen zwischen benachbarten Längsräumen (*d*. oben). Wenden wir uns dagegen an eine Epiphyse (Fig. 192) oder einen kurzen Knochen, so bemerkt man, wie von dem fertigen Knochengewebe die Einschmelzung mehr nach allen Richtungen in unregelmässiger Weise stattfindet, so dass die Markräume ein regelloses sinuöses Höh-

lensystem bilden, dessen Verfolgung mit Schwierigkeiten verbunden ist und dessen Ausläufer uns, wenn die Eingangsstelle am Präparate weggefallen war, nicht selten die Trugbilder geschlossener Markräume gewähren (Fig. 192. *a* [nach rechts und oben], *b*).

Von grösster Wichtigkeit und für die späteren Vorgänge das Substrat abgebend ist die Inhaltsmasse der so gebrochenen Räume.

Fig. 193.



Knorpelmarkzellen. *a* Aus dem Humerus eines 5monatlichen menschlichen Fötus; *b* aus dem gleichen Knochen des Neugeborenen; *c* sternförmige und zu Fasern (elastischen?) verschmelzende Zellen des ersteren; *d* Bildung der Fettzellen des Marks; *e* eine mit Fett erfüllte Zelle.

Diese (Fig. 193), eine weiche, röthliche Masse, zeigt uns mässig kleine, 0,00572—0,01144''' messende, rundliche Zellen (*a*) mit einem mehr oder weniger granulirten Inhalte und einem einfachen oder doppelten Kerne. Die Zellen müssen für nähere oder entferntere Abkömmlinge der Knorpelzellen gehalten werden, welche nach der Resorption der Kapseln in den werdenden Hohlraum hineingeriethen und hier sich zu neuen Generationen vermehrten.

Das fernere Geschick unserer Zellen ist nun ein verschiedenes. Ein Theil derselben wächst unter Beibehaltung der rundlichen Form aus, füllt sich mit Neutralfetten, um so zur Fettzelle des gelben Knochenmarks zu werden (*d*. *e*). Andere wandeln sich in Bindegewebskörperchen um (*c*), noch andere rufen durch Verschmelzung Blutgefässe und Nervenfasern ins Leben.

Endlich geht ein vierter Theil dieser Nachkommen der Knorpelzellen in die charakteristischen Knochenzellen über[1]). Die damit zusammenfallende Bildung osteogener Substanz beginnt bald hinter der Eröffnung der Markräume her in Form einer Auflagerung auf die Innenfläche der ausgebuchteten Wandungen. Zuerst bemerkt man die letzteren überzogen von einer zarten, dünnen, opalisirenden Schicht homogener, rasch erhärtender Substanz (Fig. 191. *b*. 192. *a*). Dieselbe werden wir als eine Intercellularmasse der den Hohlraum erfüllenden Markzellen zu deuten haben, sei es nun, dass wir in ihr eine von dem Zellenhaufen an der Oberfläche abgesonderte Substanzlage oder eine Masse erblicken wollen, welche ohne Zuthun der Zellen aus den Blutgefässen der Markräume auf die Innenfläche letzterer abgeschieden ist (§. 72).

Unser Stratum wird bald durch weitere Auflagerungen dicker, gewinnt ein streifiges und bald in Folge seiner sukzessiven Abscheidung geschichtetes Ansehen. Dieses ist der Anfang des lamellösen Knochenbaues.

Die bezeichnende Eigenthümlichkeit der osteogenen Substanz, rasch und zwar nicht in Krümeln, sondern durch diffuse Einlagerung der Knochenerde in mehr durchsichtigem Ansehen zu verkalken, tritt alsbald

hervor. Das organische Substrat der schichtenweisen Auflagerung ist wohl von Anfang an collagene Materie.

Begreiflicherweise muss die unregelmässige Gestalt der Markräume, die fortdauernde Einschmelzung der noch übrig gebliebenen Knorpelpartieen zu sehr differenten Bildern des zuerst abgelagerten osteogenen Gewebes führen, wie Fig. 191, namentlich aber Fig. 192 uns erkennen lässt, so dass ein Gegensatz zur regelmässigen Textur des fertigen Knochens entsteht.

Schon frühzeitig, wenn noch beträchtliche feine Lagen der abgeschiedenen Substanz die Markräume bedecken, begegnet man den sich hervorbildenden Knochenzellen. Zuerst liegen sie den dünnen Lagen homogener Masse nur mit einer Seite an, während ihre andere Hälfte noch frei in den Markraum hineinragt (Fig. 191. *c.* und 192. *d.* [in der Mitte]), und erscheinen als länglichrunde, blass granulirte, kernführende Zellen, deren Membran gegen die osteogene Substanzlage hin schon die später so bezeichnenden Ausläufer zu treiben beginnt. Allmählich werden sie durch die zunehmende Ablagerung osteogener Grundmasse von dieser auch an der anderen Seite umhüllt und die zackigen Ausläufer des Knochenkörperchens treten immer deutlicher hervor (Fig. 192. *d.* [nach unten]).

Höchst auffallend und den Schlüssel zu dem früheren Irrthume eines unmittelbaren Uebergangs der Knorpelzelle in ein Knochenkörperchen bildend, sind Stellen, wo die geöffnete Höhle einer Knorpelzelle alsbald zur Ablagerungsstätte für eine oder mehrere Knochenzellen nebst Grundmasse benutzt wird und wo bei dem so leichten Uebersehen der oft schmalen Eingangsöffnung im Innern einer geschlossenen Kapsel eine, zwei oder drei Knochenzellen zu liegen scheinen (Fig. 192. *h. f.* Fig. 191. *e*)[2].

Indem die bis jetzt noch stehen gebliebenen Reste der Knorpelsubstanz einer nachträglichen Einschmelzung anheimfallen und somit der wuchernden Knochensubstanz neue Räume gewähren, diese es zu immer stärkeren Schichtungen bringt und das System der Kalkkanälchen sich mehr entwickelt, tritt an die Stelle des früheren Knorpels in ausgedehntester Weise die neue Knochensubstanz. Dass Reste des ursprünglichen verkalkten Knorpels sich auch mitten im fertigen reifen Knochen erhalten können, scheint sicher, obgleich wir die Ausdehnung dieser Ueberbleibsel noch nicht genauer kennen (*Müller*, *Tomes* und *de Morgan*).

Dass in dem gebildeten Knochen baldige ausgedehnte Resorptionen des Gewebes Platz greifen, wird sich später ergeben. Aber abgesehen von diesen massenhafteren Einschmelzungen verkalkter osteogener Substanz findet sich noch eine derartige verborgenere Resorption in dem Knochengewebe, wobei ältere Partieen aufgelöst und neue dafür gebildet werden. Dieses lehrt schon die Beschaffenheit der Markzellen im älteren schwammigen Knochen gegenüber den gleichen Theilen eines jungen. Wie ein derartiger Schwund auch in späterer Zeit nicht stille steht, haben wir schon früher (§ 153. Fig. 187) an der Bildung der *Havers*'schen

Hohlräume und ihrer abermaligen Auskleidung durch nachträglich gebildete Lamellen von Knochenmasse kennen gelernt.

Anmerkung: 1) Möglicherweise geben jedoch auch die Zellen, welche die Knorpelkanäle vor dem Eintritt der Verknöcherung durchziehen, eine ergiebige Quelle der Knochenkörperchen ab. Für die Erzeugung der ersten Knochenbildung im Innern von Epiphysen und kurzen Knochen ist dieser Ursprung der Knochenzellen wohl sicher (*Müller* a. a. O. S. 187). — 2) Dass übrigens nicht auch in geschlossenen Knorpelkapseln Knochenzellen entstehen können, soll damit keineswegs in Abrede gestellt sein. Stark rhachitische Knochen, welche man Jahre lang nach dem Vorgange *Koelliker's* (s. dessen Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 360. Fig. 112) als besonders geeignet für die Demonstration von Knochenzellen im Innern geschlossener Knorpelkapseln ansah, bilden nach *Müller* trügerische Objekte, indem einmal ansehnliche Reste des ursprünglichen Knorpels übrig bleiben, dann die Zellen verdickte Kapseln mit sternförmig zusammengedrängter primärer Hülle zeigen können, was im normalen, rascher und energischer sich bildenden Knochen nicht vorkommt und oft kaum von wahren Knochenzellen zu unterscheiden ist, und endlich die Eingänge in geöffnete Knorpelhöhlen gerade hier sehr leicht zu übersehen sind.

§ 160.

Es ist uns noch die Bildung von Knochengewebe an Stellen des Körpers übrig geblieben, wo knorplige Voranlagen nicht existiren, um einschmelzend der osteogenen Substanz Platz zu machen. Hierher gehört die Entstehung der Knochenmasse vom Periost aus, sowie die Verknöcherung der sogenannten sekundären Knochen.

Erstere[1]), ein ganz allgemein verbreiteter Prozess, gibt zum Wachsthum der Knochen in die Dicke Veranlassung. Halten wir uns hier wiederum an das Beispiel des Röhrenknochens, so lehrt bekanntlich die Erfahrung, dass derselbe mit dem Wachsen des Körpers nicht allein an Länge, sondern auch im Quermesser bedeutend zunimmt. Das Längenwachsthum, um ihm hier ein paar Worte zu schenken, ist die Fortsetzung des in dem Vorhergehenden erörterten Vorganges; also auf Kosten des Epiphysen- und Gelenkknorpels erfolgend, dessen untere Theile verkalken, dann schmelzen, um dem Eindringen osteogener Substanz Raum zu bereiten. Während dessen wächst der Gelenkknorpel nach oben durch Theilung seiner Zellen und Zunahme der Grundmasse. Das Dickenwachsthum geschieht dadurch, dass unter dem Beinhautüberzuge neue Knochenschichten entstehen, welche den älteren Knochen röhrenartig umkapseln. Es versteht sich von selbst, dass somit jede neue Lage weiter als die vorhergehende ältere sein wird. Da aber der wachsende Knochen auch beträchtlich sich verlängert, so ist jede neue Knochenröhre ebenfalls länger als die Vorgängerin.

Gehen wir nun an das Histologische dieses Prozesses (Fig. 194. 1), so müssen wir uns das bindegewebige Periost (§ 147) in's Gedächtniss zurückrufen, welches in jener früheren Zeit reicher an Blutgefässen als

Fig. 194.



Bildung sekundärer Knochenmasse des menschlichen Fötus. 1 Querschnitt durch den Humerus eines 8monatlichen Embryos, die Knochenbildung vom Periost darstellend, mit Markräumen nach links. *a* Periost; *b* junges osteogenes Gewebe; *c* älteres, zum Theil erhärtend und mit sternförmigen Zellen *d*; *e* fertige Knochensubstanz. 2 Die Zellen von 1, stärker vergrössert mit gleichen Buchstaben. 3 Vom Scheitelbein eines 7monatlichen Fötus. *a* Erhärtendes osteogenes Gewebe mit zum Theil strahligen Zellen und Knochenkörperchen *b*; *c* Auflagerung neuer Knochensubstanz; *d* grosser Markraum neben den drei kleineren (unten).

später ist. Dasselbe (*a*) erfährt nach einwärts gegen den Knochen hin Wucherungen zu gefässführenden Schichten osteogenen Gewebes (*b*), welche der Knochenoberfläche fest anhängen und in einer bald mehr homogenen, bald mehr streifigen und faserigen Grundmasse zart granulirte, kernhaltige Zellen von 0,005—0,01‴ von rundlicher oder verlängerter Gestalt darbieten. Indem unsere Zellen nach und nach eine sternförmige Gestalt annehmen (*c*) und die Ausläufer wachsen (*d*), gestalten sie sich zu Knochenzellen (*Virchow*[2])), während die Intercellularmasse diffus verkalkt. Das so neugebildete Knochengewebe (*e*) ist gegen die noch weichen äusseren Schichten zackig auslaufend und im Innern von Hohlräumen schwammig durchbrochen. Letztere, mit Markzellen erfüllt, werden zu *Havers*'schen Kanälen, deren nun entstehende Blutgefässe bald mit den inneren des fertigen Knochengewebes, wie den äusseren der Beinhaut in Verbindung treten. Zugleich gehen andere Markzellen, mit Grundmasse als osteogene Substanz sich den Wandungen jener Kanäle auflagernd, in die Speziallamellen der *Havers*'schen Gänge über.

Während dessen aber bringt die sekundäre Entstehung der grossen Markhöhle neue Aenderungen in das

junge Knochengewebe. Halten wir die ansehnlichen Dimensionen jener fest, so muss sie aus einem sehr ausgedehnten Einschmelzungsprozesse des letzteren hervorgehen. Bedenken wir aber, dass jene Höhle im ausgewachsenen Knochen einen viel grösseren Raum erfüllt, als der ganze Knochen in früher Lebenszeit einnimmt, so muss nothwendig das ganze primitive Knochengewebe der Resorption anheimgefallen sein und der fertige Röhrenknochen nur aus periostealer osteogener Substanz bestehen. Die von der Beinhaut kommenden Schichten werden die Generallamellen bilden, wie sich von selbst versteht und jeder Querschnitt lehren kann (Fig. 186). Dass die ältesten noch vorhandenen derselben schliesslich als Marklamellen die Wandung der grossen Markhöhle begrenzen, erklärt sich aus dem eben Vorgetragenen leicht[3]).

In kurzen und platten Knochen dagegen erhält sich ein bald geringerer, bald grösserer Theil des ursprünglichen auf Kosten des Knorpels gebildeten Knochengewebes.

Schon bei der Entstehung des Ossifikationspunktes in der Mitte der Diaphysen, einem Vorgange, welcher aber manchen Wechsel darbietet, kommt es zu einer vom Perichondrium herstammenden Knochenschicht, welche sogar in manchen Fällen der inneren Knorpelverkalkung voranzugehen vermag[4]).

Anmerkung: 1) S. *Koelliker's* grösseres Werk S. 365. — Dessen Archiv Bd. 5. S. 409. — 3) Die ältere Beobachtung, dass ein um den wachsenden Röhrenknochen gelegter Ring allmählich in das Innere der Knochensubstanz eingeschlossen wird, steht damit in Einklang. — 4) Man vergl. die Arbeiten von *Bruch* und *Müller*.

§ 161.

Was die Entstehung der sekundären oder, besser gesagt, der nicht knorplig vorgebildeten Knochen[1]) endlich angeht, so gehören beim Menschen hierher neben dem Schlüsselbein (*Bruch*), wie man annimmt, die platten Schädelknochen, mit Ausnahme der knorplig vorgebildeten unteren Partie der Hinterhauptsschuppe, ferner Ober- und Unterkiefer, Nasen-, Thränen- und Gaumenbeine, Vomer, Jochbeine und endlich wohl noch das innere Blatt der flügelförmigen Fortsätze des Keilbeins, sowie die *Cornua sphenoidalia* (*Koelliker*). Sie entstehen ausserhalb des Primordialschädels von beschränkten Anfängen aus, welche sich dann nach der Fläche zunächst weiter verbreiten. Man begegnet hier zuerst einem Knochenpunkt, der bei der Vergrösserung zu einem Netze knöcherner Kalkbälkchen oder Kalknadeln auswächst, die in das weiche angrenzende Gewebe sich verlieren. Ueber die Natur dieses Gewebes (Fig. 194. 3. *a.*) herrschen Differenzen der Meinungen, wie über das gleiche periosteale Stratum, indem die eine Partei auch hier bindegewebeartige, nicht knorplige Massen erblickt (*Koelliker*), während Andere es als eine Art von Faserknorpel ansehen (*Reichert*). Wie dort ist es die gleiche Masse mit einem bald mehr homogenen, bald mehr

streifigen oder faserigen Ansehen und mit Zellen, welche anfänglich rund erscheinen und dann an junge Knorpelzellen erinnern können oder bei der späteren sternförmigen Gestalt als Bindegewebekörperchen bezeichnet werden und endlich das Bild der Knochenzelle (*b. b.*) darbieten.

Die diffuse Verkalkung schreitet, wie schon bemerkt, zunächst flächenhaft weiter, begleitet von einem peripherischen Ansatze osteogenen Gewebes, so dass Grösse und Form eines solchen sekundären Knochens erst allmählich erzielt werden, im Gegensatze zu den knorpeligen Vorbildungen der andern.

Später erfolgt dann, um das Dickenwachsthum herbeizuführen, die Wucherung osteogener Masse von der Beinhaut an beiden Flächen her. Auf diesem Wege entstehen die kompakten Rindenschichten, welche anfangs noch den porösen Charakter neugebildeten periostealen Knochengewebes tragen. Die Auflagerung neuer osteogener Substanz von den Markräumen (*c*) erinnert an den Vorgang knorplig vorgebildeter Knochen.

Neubildung von Knochengewebe kommt pathologisch häufig vor an einzelnen Knochen zum Ersatz des Verlustes, nach Trennungen des Zusammenhangs, als Hypertrophie, Exostose, Knochengeschwulst etc. Sie geschieht in der uns bekannten Weise meistens vom Periost her. Sehr beschränkt erscheint die Bildung ächter Knochenmasse unabhängig von Knochen, so im späteren Lebensalter in und auf Kosten genannter Knorpel, wo sich die Prozesse fötaler Knochengewebebildung wiederholen; ebenso in bindegewebigen Theilen, wo wohl immer eine der periostealen osteogenen Substanz gleiche Wucherung des nahe verwandten Bindegewebs den Ausgangspunkt bildet. Derartige Knochenmassen tragen häufig, an die Anfangszeit des normalen Gewebes erinnernd, einen mehr porösen Charakter.

Anmerkung: 1) Ueber diesen noch immer kontroversen Gegenstand vergl. man *Koelliker*, Bericht von der zootomischen Anstalt zu Würzburg S. 35, ferner in seiner und *Siebold's* Zeitschrift Bd. 2. S. 281, sowie die Behandlung in der Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 374; *Reichert* in *Müller*'s Archiv 1849. S. 442 u. 1852. S. 528; *Bruch* a. a. O. und in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 4. S. 371. — Da die knorplig nicht vorgebildeten Knochen vielfach früher entstehen als die knorplig präformirten ossifiziren, so ist die Benennung der „sekundären" Knochen für erstere nicht besonders glücklich gewählt. Man hat sie darum durch „Deck- oder Belegeknochen" ersetzen wollen. Die ganze Sache hat nach den neuesten Beobachtungen über Osteogenese übrigens sehr an histologischem Werthe verloren.

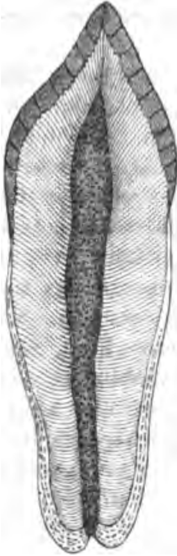
10. Das Zahngewebe.

§ 162.

Da das Zahngewebe[1]) den grössten Theil der Zähne bildet, so wird es nothwendig, dieser Gebilde zuerst zu gedenken. Der Zahn zeigt drei verschiedene Theile, die frei liegende Krone, den im Zahnfleisch vergrabenen Hals und die in der Alveole eingekeilte Wurzel. Im Innern ist

er hohl, von einem in der Achse laufenden Kanal durchzogen, welcher, nach oben in der Krone geschlossen, abwärts an der Spitze der Wurzel mit freier Oeffnung ausmündet. In den Schneide- und Eckzähnen einfach wird der untere Theil der Zahnhöhle nach der Zahl der Wurzeln getheilt. Erfüllt wird die Zahnhöhle von dem früher § 140 geschilderten nerven- und gefässreichen Bindegewebe der Pulpa. Von hier geschieht, einem *Havers'*schen Kanälchen des Knochens ähnlich, die Ernährung des Ganzen.

Fig. 195.



Ein menschl. Schneidezahn mit der Zahnhöhle in der Achse, umgeben von dem Zahnbeine, welches im unteren Theile vom Cement, im oberen vom Schmelz bedeckt wird.

In histologischer Hinsicht (Fig. 195) wird der Zahn von dreierlei Geweben hergestellt, einem Ueberzug der Wurzel, dem Cement, d. h. einer Knochensubstanz, dann einer Bekleidungsmasse der Krone, dem sogenannten Schmelz (s. den folgenden Abschnitt) und endlich einer innern nicht frei zu Tage liegenden Substanz, dem Zahngewebe, welches die Zahnhöhle begrenzt und auch noch die Benennungen von Zahnbein, Elfenbein, Dentine erhalten hat.

Letzteres besitzt eine den Knochen noch übertreffende Härte und kann als ein modifizirtes Knochengewebe ohne Knochenzellen und mit regelmässigerem Verlauf der Kalkkanälchen betrachtet werden. An Schliffen erscheint es weiss, häufig altasartig glänzend, so lange nicht eine Flüssigkeit das Kanalwerk erfüllt und die Luft ausgetrieben hat.

Jene Gänge, die sogenannten Zahnröhrchen, treten im getrockneten lufthaltigen Schliffe als höchst zahlreiche feine dunkle Kanäle von 0,0005—0,001‴ und mehr hervor. Sie ziehen ziemlich parallel neben einander her, indem sie eine auf die Oberfläche der Zahnhöhle senkrechte Richtung einhalten. Mithin (Fig. 195) laufen sie in der Mitte der Krone vertikal, an den Seitentheilen derselben schief, um allmählich nach abwärts in der Wurzel eine horizontale Stellung zu gewinnen[2]). Im Querschnitte ergeben die mittleren und unteren Theile eines Zahns eine radienförmige Anordnung unserer Röhrchen.

Fig. 196.



Erweichtes Zahnbein mit querdurchschnittenen Röhrchen.

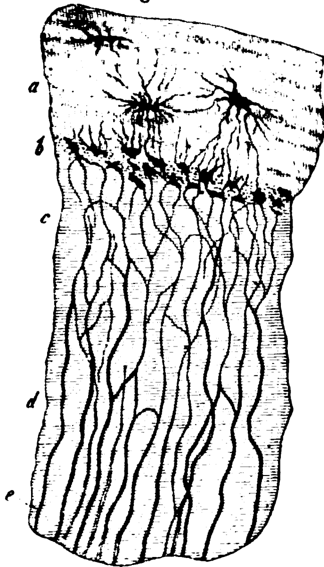
Tränkt sich dieses System von Gängen mit Flüssigkeit, so verschwindet es, dem analogen des Knochens gleich, grösstentheils oder vollständig in der Grundmasse.

Die Zahnröhrchen kommen auch in der Existenz einer besonderen Wand mit den Knochenkanälchen überein; doch ist sie dicker. An macerir-

tem Elfenbein treten jene als freistehende Röhrchen über den Schnittrand hervor und können bei darauf gerichteten Erweichungsversuchen durch Säuren, sowie durch Kochen des Zahnknorpels oder Behandlung mit Alkalien als zusammenhängende Massen trefflich isolirt werden (*Koelliker*, *Hoppe*).

Passende Schnitte des Zahnbeins (Fig. 196) zeigen uns die transversal geöffneten Gänge ebenfalls.

Fig. 197.



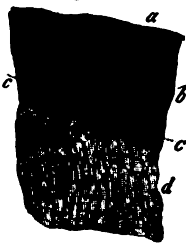
Rindentheil des menschlichen Zahnbeins *d* mit Cementbekleidung *a*. Bei *b* die körnige Schicht des ersteren mit Interglobularräumen; bei *c* und *e* die Zahnröhrchen.

Untersucht man am lufthaltigen Zahnschliff die nähere Anordnung der Zahnkanälchen genauer, so erscheint ihre Menge in der die Zahnhöhle begrenzenden Partie der Dentine, ebenso in der Krone beträchtlicher als in der Wurzel. Im Grossen gewahrt man in dem ganzen Verlaufe einer Röhre von innen nach aussen gewöhnlich drei (oder auch zwei) wellenförmige Beugungen und innerhalb dieser noch eine Menge ganz kleiner zackenförmiger Krümmungen, deren etwa 200 auf eine Linie kommen (*Retzius*).

Gleich den Knochenkanälchen lässt auch das Röhrensystem des Zahnes (Fig. 197. *c*) eine Menge von Theilungen und Verbindungsästen erkennen, wenn schon der regelmässigere Verlauf der Zahngänge manches anders gestaltet.

Man begegnet einmal schon in den innern Theilen des Elfenbeins einer Menge spitzwinkliger, rasch sich wiederholender Spaltungen mit abnehmender Dicke der Aeste. Jene werden dann nach auswärts zunächst seltener, um später in der Rindenlage eine neue Häufigkeit zu gewinnen. Es kann somit von einem Gang aus ein ganzes Kanalsystem entstehen.

Fig. 198.



Rindentheil des Zahnbeins *d* aus d. Krone mit Schmelzüberzug *b*; *a* Schmelzhäutchen; *c* die Spalträume mit Luft erfüllt.

Ferner gewahrt man vielfach benachbarte Röhren durch querlaufende Aestchen sich anastomotisch verbinden (*c*). Diese Vereinigung kann in der Rindenlage ein ganzes Netzwerk herbeiführen (Fig. 198). Hier verbindet ein Theil der Röhrchen sich schlingenförmig (Fig. 197. *c*), während andere in die Hohlräume einer daselbst gelegenen körnigen Schicht sich einsenken (*b*) und ein letzter Theil endlich über die

Dentine hinaus in das Cement (Fig. 197. *a*) oder den Schmelz (Fig. 198. *c*) vordringt. Ihnen werden wir später wieder begegnen.

Nach einwärts mündet entweder unser Röhrensystem[3]) frei in die Zahnhöhle ein, um von den Gefässen der Pulpa aus unmittelbar sich mit plasmatischer Flüssigkeit zu erfüllen, oder — was wahrscheinlicher — es laufen die Zahnröhrchen in die Hohlräume ihrer hier persistirenden Bildungszellen aus (§ 165 und 167).

Die Grundmasse des Zahnbeins endlich erscheint als homogene Substanz, welche nach einer Maceration künstlich in Balken gespalten werden kann, die durch den Verlauf des Röhrensystems vorgezeichnet sind[4]).

Anmerkung: 1) Neben den Werken von *Henle*, *Gerlach* s. man *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2. Abthl. 2. S. 54) und *Todd-Bowman* (*Vol.* 2. *p.* 165), ferner *R. Owen*, *Odontography etc. Vol. I.* London 1840—45, *Retzius* in *Müller*'s Archiv 1837. S. 486, *Czermak* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 2. S. 295 und *Hannover* in den Abhandlungen der Leopoldinischen Akademie. 1856. S. 805. — 2) Für die mehrspitzigen Kronen der Backzähne ergibt sich die Direktion der Zahnröhrchen, wenn man sich jeden Höcker als Krone eines einfachen Zahns vorstellt. Zwischen den mehrfachen Wurzeln, an der sogenannten Alveolarfläche, wie *Purkinje* diesen Theil nannte, stellt sich der senkrechte Verlauf des mittleren Kronentheils wieder ein. — 3) *Lessing* in den Verhandlungen des Hamburger naturh. Vereins 1845. S. 51 und *Krukenberg* in *Müller*'s Archiv 1849. S. 403. — 4) Zu diesen elementaren wesentlichen Texturverhältnissen gesellt sich noch Einiges von mehr untergeordneter Bedeutung hinzu. So bezeichnete *Czermak* mit dem Namen der Interglobularräume (Fig. 197 *b*.) ein System unregelmässiger Höhlungen von höchst verschiedenem Ausmaasse, welches im Zahngewebe vorkommt und durch mehr oder weniger kuglig vorspringende Massen der Grundsubstanz gebildet wird. Letzterer gab man den Namen der Zahnbeinkugeln. Jene Lücken finden sich sehr zahlreich und klein namentlich unter dem Cementüberzug der Wurzel, und können leicht zu Verwechslungen mit Knochenzellen Veranlassung geben, um so mehr als Zahnkanälchen sich in sie einsenken. Grössere Zahnbeinkugeln können nach innen an der die Zahnhöhle begrenzenden Wand erscheinen und hier, wie man sich treffend ausgedrückt hat, ein »tropfsteinartiges« Ansehen darbieten. An der Krone bemerkt man öfters über einander gelegene, der Oberfläche mehr oder weniger parallel laufende Zeichnungen des Elfenbeins, welche auf eine Art Schichtung deuten dürften, die durch die Histogenese ihre Erklärung fände. Es sind die sogenannten Kontourlininien des Zahnbeins.

§ 163.

Anhangsweise mag hier das Cement oder der Zahnkitt eine Erwähnung finden. Dasselbe beginnt als Ueberzugsmasse der Wurzel in dünner Lage an der Schmelzgrenze (Fig. 195), um nach abwärts an Mächtigkeit zu wachsen, bis es endlich an der Spitze der Zahnwurzel die grösste Dicke erreicht. Es ist aber der Zahnkitt einfache Knochensubstanz (Fig. 197. *a*.) und wie dieses Gewebe überhaupt dem Zahnbeine und noch mehr dem Schmelze an Härte weit nachstehend. Gegen das Elfen-

bein grenzt er sich nicht immer scharf ab. Man trifft eine bald mehr homogene, bald mehr streifige oder bei bedeutender Dicke auch wohl schwach lamellöse Grundsubstanz, welche beim Menschen es nur sehr selten zur Bildung *Havers*'scher Kanäle bringt. Die Knochenzellen des Cements fehlen am Zahnhals noch gänzlich und werden erst nach abwärts gegen die Spitze der Wurzel immer zahlreicher. Ihre Grösse und Form, die Zahl der Ausläufer (welche oft sehr beträchtlich ist) fällt wechselnder als beim gewöhnlichen Knochengewebe aus. Ein Theil der letzteren verbindet sich mit den in das Gewebe vorgedrungenen Zahnröhrchen, andere bilden Anastomosen zwischen benachbarten Zellen (Fig. 197, in der Mitte von *a.*).

Von diesen Knochenkörperchen hat man Spalten wohl zu unterscheiden, welche als kleine, unregelmässig verzweigte Lücken im Cement älterer Zähne häufig getroffen werden.

Der Zahnkeim, die *Pulpa dentis*, wurde schon früher als ein Beispiel eines unentwickelten Bindegewebes aufgeführt (§ 140). Er ist ungemein reich an Nerven und an Blutgefässen. Das eintretende arterielle Stämmchen spaltet sich in mehrere Zweige, welche durch das Pulpagewebe nach vorwärts laufen, um erst in der Zahnkrone zahlreichere Kapillarschlingen zu bilden, durch welche der Uebergang in gleich gestellte, rücklaufende Venenzweige erfolgt. Bedeckt wird seine Aussenfläche von einer mehrfachen Schicht cylindrischer Zellen, welche wahrscheinlicherweise die bei der Bildung des Zahnbeins wirksamen Elfenbeinzellen (s. unten) sind (*Koelliker*).

Von jenen Blutgefässen geschieht die Ernährung des Zahns, dessen Stoffwechel jedoch trotz der zahlreichen, mit plasmatischer Flüssigkeit erfüllten Zahnröhrchen wohl nicht die Stärke des Knochenumsatzes erreicht, wie dem Zahne denn auch die wuchernde Neubildung des letzteren abgeht. Von den Nerven hängt die Empfindlichkeit der Zähne ab, welche bis zur grössten Schmerzhaftigkeit sich bekanntlich zu steigern vermag.

§ 164.

Das Zahnbein enthält trotz seiner grossen Festigkeit noch mehrere Prozente Wasser (nach manchen Bestimmungen 10%) und besteht, dem Knochengewebe ähnlich, aus einer organischen Leim liefernden Grundlage, erhärtet durch einen ansehnlichen Ueberschuss von Kalk- und auch Magnesiasalzen[1]).

Das organische formbestimmende Substrat ist collagene Substanz, ohne Chondrinzumischung. Interessant erscheint die Beobachtung, dass die Wandungen der Zahnröhrchen, welche man durch Behandlung mit stärkeren Säuren und Alkalien isoliren kann, beim Kochen im *Papin*'schen Topfe in einer Zeit ungelöst bleiben, wo die Grundmasse in Glutin umgewandelt ist (*Hoppe*), so dass jene Kanäle nicht aus leimgebenden Stoffen gebildet sind und sich also hier das Verhältniss der Knochenzelle

mit ihren Ausläufern wiederholt. Auch die Zahnbeinkugeln verwandeln sich nicht in Glutin.

Die Knochenerde des Zahnbeins ist ein ähnliches Gemenge einer beträchtlichen Menge phosphorsaurer Kalkerde mit einer geringeren Quantität kohlensauren Kalkes, zu welchen in untergeordneter Weise auch hier Fluorcalcium und Magnesiaphosphat sich hinzugesellen. Der kohlensaure Kalk des Elfenbeins scheint noch beträchtlicher als im Knochen zu schwanken. Das Fluorcalcium hat schon *Berzelius* nachgewiesen und *Bibra* die interessante Beobachtung gemacht, dass das Zahnbein mancher Säugethiere verhältnissmässig sehr reich an phosphorsaurer Talkerde erscheint[2]).

Ausserdem trifft man noch eine Anzahl anderer Salze und Mineralbestandtheile im Zahnbeine und eine nicht ganz unbedeutende Fettmenge.

Quantitativ erreicht die Knochenerde im menschlichen Zahnbein 71—78%, während die collagene Grundlage (der sogenannte Zahnknorpel) etwa 20—29% beträgt.

Als Beispiele führen wir noch zwei *Bibra*'sche Bestimmungen[3]) an. Sie betreffen das trockne Elfenbein menschlicher Backzähne. Die erstere rührt von einem erwachsenen Manne, die letztere von einem 25jährigen Weibe her.

	1.	2.
Organische collagene Grundlage . . .	27,61	20,42
Fett	0,40	0,58
Phosphors. Kalkerde und Fluorcalcium	66,72	67,54
Kohlens. Kalkerde	3,36	7,97
Phosphors. Magnesia	1,08	2,49
Andere Salze	0,83	1,00

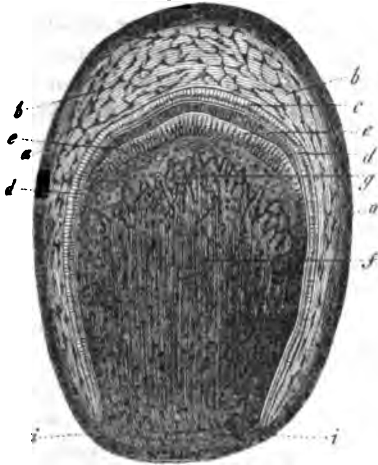
Was das weniger harte Cement angeht, so ist dessen Trennung von dem Zahnbein misslich. Die vorhandenen Untersuchungen ergeben etwas mehr organische, leimliefernde Grundlage, sonst aber dem Zahnbein analoge Verhältnisse. Für den Menschen erhielt *Bibra* erstere mit 29,42 (incl. etwas Fett) und die Mineralbestandtheile zu 70,58.

Amerkung: 1) Man vergl. die beim Chemismus des Knochengewebes erwähnten Werke von *Bibra*, *Lehmann* (Bd. 3. S. 32) und *Schlossberger*, ebenso die Abhandlung *Hoppe's*. — 2) Bei Pachydermen kann die Menge der phosphorsauren Talkerde auf 6, ja 12% steigen. — 3) a. a. O. S. 275.

§ 165.

Die Entstehung der Zähne[1]), einer Schleimhautproduktion, bildet in den gröberen Verhältnissen ein Objekt der Entwicklungsgeschichte und kann in ihrer ersten Einleitung hier übergangen werden. Der histologische Anfang beginnt im vierten Monat des Fruchtlebens, wo in den Kieferrändern die Anlagen der künftigen Milchzähne als geschlossene

Fig. 199.



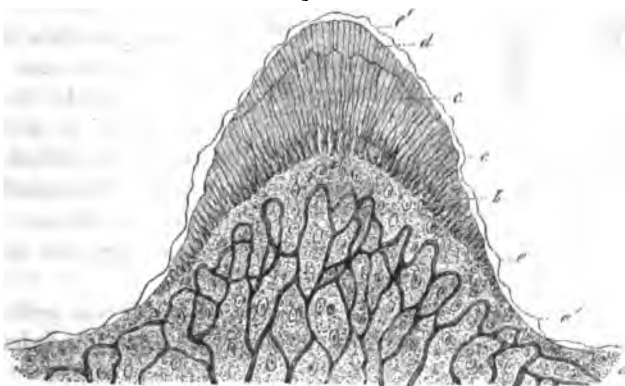
Zahnsäckchen des älteren menschlichen Embryos, theilweise schematisch gehalten. *a.* bindegewebige Wand desselben; *b.* Schmelzorgan; *c.* Schmelzzellen; *d.* Schmelzmembran u. Schmelzprismen; *e.* Elfenbeinzellen; *f.* Zahnkeim mit den Kapillargefässen *g*; *i.* Uebergang des Bindegewebes der Wand in das Gewebe des Zahnkeims.

Säckchen liegen (Fig. 199), aus deren Grund sich eine Papille (*f*) erhebt, bestimmt das Zahnbein und zwar zunächst der Krone zu erzeugen, während der übrig gebliebene Rest sich als Zahnpulpa erhält. Man nennt jenen warzenförmigen Ursprung, welcher an die Gestalt der späteren Zahnkrone erinnert, den Zahn- oder Dentinkeim.

Interessant für die frühzeitige Bildung der Zähne ist der Umstand, dass schon im fünften Monate schief über diesem Keime des ersten vergänglichen Zahns ein neues Säckchen mit dem Keim des bleibenden Zahnes einer viel späteren Epoche angetroffen wird. Später rückt letzteres allmählich mehr in senkrechter Stellung nach hinten und unten. Da die histogenetischen Geschicke beiderlei Zahnanlagen die gleichen sind, mag es genügen, hier die Entstehung der Milchzähne näher zu schildern.

Untersucht man im fünften Monat des Fruchtlebens unser Zahnsäckchen, so bemerkt man eine weiche, aus einer ziemlich starken Lage jungen unreifen Bindegewebes bestehende Wand (*a*), in welcher Blutgefässe verlaufen.

Fig. 200.

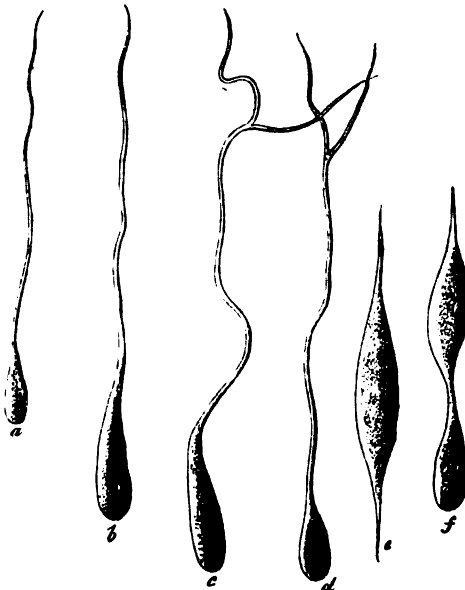


Keim eines menschlichen Backzahns im Vertikalschnitt mit beginnender Ossifikation nach *Lent*. *a.* Gefässführender Dentinkeim; *b.* Elfenbeinzellen und Elfenbein *c*; *d.* Schmelz und *e.* *Membrana praeformativa*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Der Zahnkeim (*f*), in dessen Masse die faserigen Bindegewebsschichten der Wand sich verlieren (*i*), ist ein eigenthümliches Gewebe (Fig. 200. *a*), eine feinkörnige matte Masse, welche eine Menge rundlicher Kerne und auch derartige Zellen eingebettet zeigt. Die Oberfläche dieses von Blutgefässen durchzogenen Gewebes (Fig. 199. *g*. 200) wird von einer Schicht zarter cylindrischer Zellen, den Elfenbeinzellen bekleidet (Fig. 199. *e*. 200), welche eine Länge von 0,020''' und mehr darbieten, und über das Ganze weg verläuft eine feine strukturlose Membran, die sogenannte *Membrana praeformativa* (Fig. 199. *d*. 200 *e*).

Wie schon früher (§ 131) erwähnt wurde, ist in eigenthümlicher Weise der ganze Zahnkeim von einem mützenartigen Ueberzuge eines nach unten an Mächtigkeit mehr und mehr abnehmenden Gallertgewebes bedeckt (Fig. 199. *b*), dessen freie konkave Fläche eine Lage cylindrischer Zellen (Fig. 199. *c*) trägt, welche mit der Entstehung des Zahnschmelzes verknüpft sind, so dass das ganze Gebilde schon seit Langem die Benennung des Schmelzorganes empfangen hat.

Fig. 201.



Elfenbeinzellen nach *Lent*, bei *a* und *b* einfache fadenförmige, zu Zahnröhrchen sich gestaltende Ausläufer; *c. d.* getheilte; *e.* eine spindelförmige Zelle; *f.* eine getheilte (?) (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Der Dentinkeim selbst ist nun bestimmt, durch eine eigenthümliche Umwandlung seiner oberflächlichen cylindrischen Zellenschichten das Zahnbein zu produziren, indem die Zellen seiner Oberfläche zu Zahnröhrchen werden und zwischen ihnen eine Intercellularmasse sich ablagert, welche in diffuser Verkalkung zu der Grundsubztanz des Elfenbeins sich gestaltet. Das Zahnbein entsteht also ebenso wenig als die Knochen aus einer Umwandlung einer knorpligen Voranlage.

So weit man diesen, leider immer auf's Neue in Frage gestellten Bildungsgang zur Zeit kennt, dürfte er sich im Einzelnen folgendermaassen verhalten:

Nach den Untersuchungen *Lent*'s bemerkt man die cylindrischen Zellen an der Oberfläche des Dentinkeims (Fig. 200. *b*. 201. *a*. *b*) peripherisch in lange röhrenartige Ausläufer sich ausziehen, welche allmäh-

lich ein sehr bedeutendes Ausmaass gewinnen und durch hervorsprossende Aestchen mit einander in Verbindung treten (*c. d*), um so den Verlauf der Zahnröhrchen anzubahnen.

Zugleich kommen möglicherweise Theilungsprozesse der Zellen vor (*f*), die freilich von Andern als Verschmelzungen derselben zu Längsreihen angesehen werden; eine Ansicht, welche bei der grossen Länge einer Zahnröhre vielleicht auch die richtigere ist[2]).

Zwischen den Röhrchen entsteht nun in zunehmender Mächtigkeit die vorhin erwähnte homogene Grundmasse des Elfenbeins (Fig. 200. *c.*), um einer baldigen Verknöcherung anheimzufallen, welche schon im siebenten Monate des Fruchtlebens alle Milchzähne ergreift.

Diese Verkalkung beginnt an der Spitze des Dentinkeims in dem eben geschilderten Gewebe unter der Form eines einzigen oder mehrerer anfangs getrennter dünner Plättchen (der sogenannten Zahnscherbchen). Indem die Ossifikation zunächst in der Fläche fortschreitet, überwächst die verkreidete Schicht von oben an den Seiten herab den Dentinkeim, in welchem mit dem Eintritt der Verkalkung das Blutgefässnetz die Höhe seiner Ausbildung erlangt. Da aber gleichzeitig die unterhalb des Zahnbeinscherbchens stehenden, weich gebliebenen Elfenbeinzellen die Bildung der Zahnröhrchen und der Grundsubstanz fortsetzen und letztere eine abermalige Verkalkung baldig erleidet, nimmt die Mächtigkeit des Dentinkeimes, obgleich er nach und nach beträchtlich in die Länge gewachsen ist, mehr und mehr ab[3]). Jene Elfenbeinzellen stellen wohl, auch im reifen Zahne weich geblieben, den cylindrischen Zellenüberzug der Pulpa (§ 163) dar.

Das eben angeführte Längenwachsthum führt nun zur Bildung der Wurzel, welche ganz nach dem Vorbilde der Krone sich zu Elfenbein gestaltet und peripherisch verkalkt.

Das Cement entsteht, wie man annimmt, durch eine Wucherung des unteren Theiles des Zahnsäckchens, indem wie beim Periostwachsthum des Knochens jene zur osteogenen Substanz wird und diffus verkalkt.

Hiernach würden beide Theile dem Knochengewebe ähnlich oder auch gleich (Cement) sich verhalten. Das Zahnbein würde eine modifizirte Knochensubstanz darstellen, deren Zellen in der röhrenförmigen Verlängerung untergegangen. Das Cement endlich wäre auf jenes so aufgelagert, wie eine jüngere periosteale Knochenschicht auf die ältere und die Kommunikationen zwischen Zahnröhrchen und Kalkkanälchen der Knochenzellen in analoger Weise wie beim Dickenwachsthum des Knochens geschehen.

Wie das Cement der Wurzel, so wird der Schmelz der Krone umgebildet als fest anhängende Ueberzugsmasse. Der verlängerte Zahn drückt allmählich auf das Schmelzorgan und das Dach des Zahnsäckchens, so dass diese mit dem darüber befindlichen Zahnfleisch schwinden. So geschieht denn der Durchbruch der 20 Milchzähne, welcher mit

dem 6ten oder 7ten Monat des Säuglingsalters beginnt, um gegen den Ausgang des zweiten oder auch erst in der Mitte des dritten Lebensjahres sein Ende zu finden. Der Rest des Zahnsäckchens erhält sich als Periost der Alveole.

Das spätere Ausfallen der Milchzähne wird in allerdings noch nicht genügend klarer Weise durch ein Schwinden der Zahnwurzel eingeleitet.

Das sukzessive Hervorbrechen der 32 bleibenden Zähne beginnt vom 7ten Jahre, um sich bis an das Ende des zweiten Dezenniums des Lebens (Weisheitszahn) fortzuerstrecken.

Was die Zähne im Greisenalter zum Ausfallen bringt, ist noch nicht hinreichend aufgeklärt. — Ebenso erfordert die Entstehung der Zahncaries, bei welcher wir nach einander einer Erweichung und Zerstörung der Schmelzmembran, des Schmelzes und des Zahnbeins begegnen, noch weitere Untersuchungen. — Neubildung von Zähnen kommt pathologisch im Ovarium vor.

Anmerkung. 1) Die Literatur dieses schwierigen Gegenstandes ist reich. Neben den Handbüchern der Gewebelehre und der *Hannover*'schen Arbeit, welche vieles wiederum in Frage stellt, vergl. man *Raschkow*, *Meletemata circa dentium mammalium evolutionem. Vratislaviae* 1835. Diss.; *Goodsir* in dem *Edinburgh med. and surg. Journ.* 1838; *Huxley* im *Quarterly Journ. of microsc. scienc. III, X* u. *XIX*; *Lent* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift. Bd. 6. S. 121. — 2) Letztere Ansicht, gegenüber den Auffassungen von *Koelliker* und *Lent*, vertreten *Hannover* (l. c.) und *Fürstenberg* (*Müller*'s Archiv 1857. S. 6). — 3) Neben der diffusen Verkalkung kommt es in dieser Periode zur Bildung der sogenannten Zahnbeinkugeln, verkalkter kugliger Körper, welche theilweise bleiben (§ 162), theilweise aber später wieder verschwinden sollen. Dass sie einfache Konkretionen der Knochenerde mit collagener organischer Grundlage seien, bestreitet *Hoppe*, welcher, wie schon erwähnt, ihr organisches Substrat beim Kochen nicht in Glutin verwandeln konnte. Er spricht sich vielmehr gleich *Hannover* für ihre Zellennatur aus.

E. Gewebe umgewandelter, aber nicht mit einander verwachsener Zellen mit homogener, sparsamer, festerer Zwischensubstanz.

11. Das Schmelzgewebe.

§ 166.

Der Schmelz oder das Email[1]), welches sich im menschlichen Körper auf den Zahn beschränkt, erscheint porzellanartig glänzend, weiss, häufig mit einem mehr gelblichen oder bläulichen Anfluge, sowie an der Oberfläche glatt, obgleich schon die Lupe gewöhnlich eine Menge, die Krone umkreisender zarter Furchen erkennen lässt, deren *Retzius* 24 auf 1''' zählte und welche nach unten gegen die Cementgrenze hin noch häufiger werden. Gleich dem Knochenüberzug des Zahngewebes zeigt der Schmelz am Halse des Zahnes, wo er sich scharf vom Cement abgrenzt, die geringste Dicke, um von da aus stärker zu werden und auf der Mitte der Krone die grösste Mächtigkeit zu erlangen.

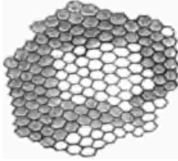
Fig. 202.



Senkrechter Schnitt des Schmelzes und der angrenzenden Partie des Zahngewebes vom Menschen. *a* Schmelzoberhäutchen; *b*. Schmelzprismen; *c*. Spalträume zwischen den vorhergehenden; *d*. Zahngewebe mit den Röhrchen.

Nach Untersuchung feiner Schliffe oder schwach in Säuren macerirter Schmelzmassen[2]) besteht das Gewebe (Fig. 202) aus langen polyedrischen Fasern oder Säulen (*b*), welche dicht gedrängt beisammen stehen und durch ein sehr sparsames Bindemittel zusammengehalten werden. Man nennt sie Schmelzprismen oder Schmelzsäulen. Sie laufen wohl grösstentheils durch die ganze Dicke der Schmelzlage hindurch, um mit dem einen ihrer Enden an das Zahnbein anzustossen, während das andere die Oberfläche des Emails bilden hilft. Doch kommen möglicherweise auch Prismen vor, welche kürzer sind und einwärts in geringerer oder grösserer Entfernung von dem Zahnbein endigen.

Fig. 203.



Querschnitt der menschlichen Schmelzprismen.

Ihr Quermesser liegt zwischen 0,00152—0,002''' und ihr Verlauf stimmt im Rohen mit demjenigen der Zahnröhrchen überein.

Verfertigt man sich Querschliffe der Schmelzlage, so erscheinen die durchschnittenen Säulen in Gestalt eines zierlichen vier- oder sechseckigen, an Epithelien erinnernden Felderwerks (Fig. 203).

Endlich wird die Oberfläche des Emails noch von einer ausserordentlich harten und resistenten dünnen homogenen Membran überkleidet und geschützt (Fig. 202 *a*). Es ist dieses das sogenannte Schmelzoberhäutchen (*Koelliker*) oder die aus der Embryonalzeit herrührende *Membr. praeformativa* (§ 165).

Anmerkung. 1) Man vergl. die beim Zahnbein (§ 162) citirten Arbeiten, besonders die *Czermak*'sche. — 2) Am besten eignet sich zur Untersuchung das weiche Email noch nicht durchgebrochener Zähne.

§ 167.

Ein genaueres Eingehen zeigt mancherlei eigenthümliche Texturverhältnisse des Emails.

Indem einzelne Gruppen der Schmelzfasern tiefer in die Oberfläche des Zahnbeins einspringen als andere, wird letztere rauh und uneben. Da die centrale Begrenzungsfläche des Schmelzes kleiner als die frei nach aussen gelegene erscheint, so entsteht die Frage, ob die Schmelzprismen nach aussen sich verbreitern oder ob, da eine erheblichere Zwischenmasse fehlt, nicht eine Anzahl der Prismen kürzer als die übrigen, schon in einiger Entfernung von der Zahnbeinfläche endige. Man hat vielfach solche eingekeilte kürzere Säulen angenommen, obgleich bei dem nicht geraden Verlauf derselben dieser Gegenstand kaum sicher zu entscheiden sein dürfte. Ausserdem hat *Czermak*[1]) häufig eine Verbreiterung der Säulen nach aussen bemerkt.

Fig. 204.



Stücke der Schmelzprismen vom Menschen.

Letztere selbst (Fig. 204) zeigen uns in der Regel, aber in wechselnder Deutlichkeit und Entfernung, eine Querstreifung, welche theils von einer knotigen Beschaffenheit, theils von einer schichtenweisen Entstehung abzuleiten sein mag.

Was endlich den Verlauf der Säulen im Einzelnen betrifft, so ist derselbe ein sehr manchfaltiger, indem bei wellenförmigen Beugungen und verschiedenen Krümmungen ganze Gruppen derselben andere kreuzen können, so dass an Längsschliffen, die theils der Länge, theils dem Quer-

und Schrägschnitte nach sichtbar werdenden Säulen ein streifiges Ansehen herbeiführen.

Besondere Ernährungskanäle gehen dem Schmelz ab. Dagegen trifft man in ihm ein System zufälliger Hohlräume (Fig. 202. *c*), welche in Dicke und Grösse sehr variiren, bald einfach, bald verästelt sind, meistens zwischen den Schmelzsäulen der Länge nach sich erstrecken, aber auch schief über laufen können. Gewöhnlich stehen sie in der dem Cement anliegenden Theile der Schmelzmasse. Risse und Sprünge, welche das spröde Email beim Schleifen erfährt, können dieselben Bilder veranlassen. Endlich dringen noch einzelne der Röhrchen des Zahnbeins, wie schon früher erwähnt, in den Schmelz ein, verlaufen hier zwischen den Säulchen eine Strecke weit, um entweder in die Hohlräume sich einzusenken oder unter den Prismen sich zu verlieren[2]).

Anmerkung: 1) A. a. O. S. 299. — 2) Nach *Gerlach* (Gewebelehre S. 169) sollen sogar Schlingen der Zahnröhrchen im Schmelz vorkommen können.

§ 168.

Der Schmelz stellt als härteste festeste Masse des Leibes eine vortreffliche schützende Decke des darunter befindlichen Zahnbeins dar. Die Säulen werden in dieser Hinsicht noch von dem Schmelzhäutchen übertroffen.

Was die chemische Konstitution unseres Gewebes[1]) betrifft, so ist es das wasserärmste des Organismus, ebenso das an anorganischen Bestandtheilen reichste. Auf etwa 2, 4 oder 6% organischer Masse, welche nach Behandlung mit Säuren die Form der Prismen zeigt, aber beim Kochen keinen Leim gibt (*Hoppe*) kommen 81—90% phosphorsauren Kalkes, 4—9 kohlensauren Kalkes und über 3% Fluorcalcium (nach *Berzelius*), sowie 1,5—2,5 phosphorsaurer Magnesia. Als Beispiele dienen zwei *Bibra*'sche Analysen, deren erstere das Email eines Backenzahns vom erwachsenen Manne und letzere bei einem 25jährigen Weibe betrifft.

	1.	2.
Organische Grundlage	3,39 (?)	5,97
Fett	0,20	Spuren
Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium	89,82	81,63
Kohlensaurer Kalk	4,37	8,88
Phosphorsaure Magnesia	1,34	2,55
Andere Salze	0,88	0,97

Die organische Grundlage des Schmelzhäutchens zeichnet sich durch ein sehr ansehnliches Widerstandsvermögen gegen Säuren, sowie Alkalien aus und gibt keinen Leim (*Koelliker*).

Die Entwicklung des Schmelzes[2]) geschieht, wie man seit längerer Zeit weiss, von den die konkave Fläche des Schmelzorganes be-

kleidenden Zellen (Fig. 199. *c*), ist aber ein zur Zeit noch durchaus dunkler Vorgang.

Jene erscheinen in Gestalt cylindrischer, mit bläschenförmigen Kernen und einem sehr zartkörnigen Inhalte versehene Gebilde, ungefähr so breit wie die Schmelzsäulchen. Später, wenn die Verkalkung des Zahnbeins einzutreten beginnt, bemerkt man dessen Oberfläche von schon erhärteten, aber noch kurzen Schmelzprismen bekleidet (Fig. 200. *d*). Ueber diese schlägt sich aber die *Membrana praeformativa* oder das spätere Schmelzhäutchen hinweg (*e*), so dass die Schmelzsäulen von ihren weichen Cylinderzellen getrennt werden. Es ist diese von *Huxley* gefundene und *Lent* bestätigte Thatsache nur durch Hypothesen zu erklären[3]).

Anmerkung: 1) Vergl. das Werk von *Bibra*, sowie die beim Zahngewebe citirten Arbeiten. — 2) Man vergleiche hierüber die bei der Entwicklung des Zahnbeins aufgeführte Literatur. — 3) Die ältere, von *Schwann* (a. a. O. S. 118) herrührende Ansicht, dass die Schmelzprismen nur die verkalkten Zellen des Schmelzorganes darstellen sollen, ist hiernach nicht wohl mehr haltbar. Ebenso wenig kann man sich mit einer anderen Ansicht befreunden, wornach der unterhalb der *Memb. praeformativa* entstehende Schmelz gar nicht von den Cylinderzellen des Schmelzorganes gebildet werde (*Huxley*). Eine Absonderung der Schmelzsäule als einer organischen Masse (welche bald durch das Uebermaass der Kalksalze ossifizire) von der darunter gelegenen Cylinderzelle, findet an der trennenden strukturlosen Haut gleichfalls einen nicht zu bewältigenden Widerspruch. Doch ist diese Meinung in neuester Zeit von *Lent* (S. 131), *Koelliker* (Handbuch 3te Aufl. S. 398) und *Leydig* (S. 291) vertheidigt worden. Es scheinen sonach zwei andere Vermuthungen übrig zu bleiben. Einmal die Cylinderzellen werden durch eine neugebildete tiefere Zellenlage des Schmelzorganes von dessen Oberfläche abgestossen und durch eine membranös erhärtende Zellenausscheidung nachträglich getrennt. Die älteren, abgelösten und also unter diesem Häutchen gelegenen Zellen wachsen dann zu den Schmelzsäulen aus und erleiden die Verkalkung. Allerdings ist letztere, sowie das nachträgliche Wachsthum derartig losgestossener Zellen befremdlich und der Mangel von Kernen in erweichten Schmelzprismen damit in Widerspruch. Empfehlungswerther erscheint vielleicht eine zweite Hypothese, wornach die Cylinderzelle des Schmelzorganes in der Länge auswüchse und dann eine ringförmige Durchschnürung erlitte, so dass die Schmelzsäule als der obere abgetrennte Theil jener frei würde. Die Bildung der *Membrana praeformativa* gestaltete sich dann fast wie in ersterem Falle. Bliebe der untere Theil der Zelle mit dem oberen noch längere Zeit durch einen engen halsartigen Verbindungstheil in Kommunikation, so könnte die Verkalkung des letzteren vom Schmelzorgane geschehen. Kennt man die Schwierigkeiten dieses Gegenstandes aus Autopsie, so wird man geneigt sein, derartigen Möglichkeiten das Recht einer Prüfung einzuräumen.

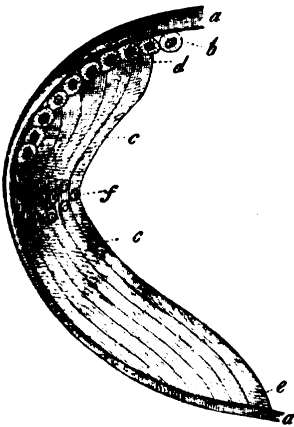
12. Das Linsengewebe.

§ 169.

Die Krystalllinse[1]) besteht aus einer Kapsel, welche ein Gewebe höchst zarter glasartiger Röhren umschliesst. Letztere sind aus

einer Umwandlung von Epithelialzellen hervorgegangen und das ganze Organ trägt einen wesentlich epithelialen Charakter.

Fig. 205.



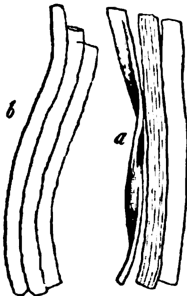
Schematische Darstellung der Krystalllinse des Menschen. *a.* Die Kapsel; *c.* die Linsenfasern mit verbreiterten Enden (*d*) an die vordere Lage des Epitheliums *b* sich ansetzend, ebenso nach hinten an die Kapsel angelagert *e*; *f* die sogenannte Kernzone.

Seine Hülle, die Linsenkapsel, *Capsula lentis* (Fig. 205. *a*), ist eine vollkommen wasserhelle strukturlose Membran, in ihrem vorderen Theile viel dicker als im hinteren (etwa 0,006 zu 0,003‴). Die Innenfläche der vorderen Kapselhälfte führt das schon § 106 erwähnte Plattenepithelium flacher glasheller gekernter Zellen von 0,00714—0,01‴ (Fig. 205. *b.* und 209 *d*).

Die Linsenfasern oder Linsenröhren (Fig. 206. *a. b*) erscheinen blass, glashell, ohne weitere Zusammensetzung im Innern. In den äusseren Schichten der Linse sind sie ganz besonders durchsichtig, in ihrer Breite 0,004—0,005‴ messend, während sie in den centralen Partien des Organs zwar feiner (bis 0,0025‴), aber schärfer begrenzt und deutlicher erscheinen.

Die peripherischen Fasern (*a*) besitzen, umschlossen von sehr feiner Wand, einen homogenen dickflüssigen Inhalt und verdienen also den Namen der Röhre.

Fig. 206.



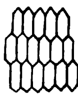
Linsenfasern des Menschen; *a.* aus den äusseren, *b.* aus den inneren Theilen.

Die inneren (*b*) dagegen sind fester geworden und zeigen uns nicht selten leicht zackenförmige Ränder, ein Verhältniss, was für die Verbindung der einzelnen Röhren von Wichtigkeit ist und namentlich bei Fischen zu stark gezähnelten Kanten sich ausbildet.

Wie schon die Seitenansicht lehren kann, sind die Linsenfasern nicht cylindrisch, sondern mehr bandartig abgeflacht (Fig. 206. *a*). Am schönsten aber tritt dieses an dem Querschnitte einer getrockneten Linse hervor (Fig. 207). Hier findet man in grösster Zierlichkeit die einzelnen Röhren zu schmalen, in der Breite 0,005—0,0025‴ messenden sechsseitigen Feldern abgeplattet.

Was die Anordnung der Linsenfasern betrifft (Fig. 205), so laufen sie meridianartig vom mittleren Theile der vorderen Kapselfläche über den Aequator des Organs zu der entsprechenden Stelle der hinteren Hälfte, wobei sie stets ihre breite Fläche nach aussen wenden und mit den Längskanten an benachbarte Fasern sich fest anlegen. Indem letz-

Fig. 207.

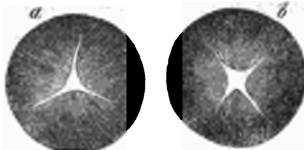


Querschnitte der Linsenfasern von einer getrockneten Krystalllinse.

tere Verbindungsweise die innigere ist, können Schichten der Linsenfasern in Gestalt zarter concentrischer Lamellen abgeblättert werden, welche in den äusseren Theilen des Organs den Wölbungen des letzteren folgen, in den inneren mehr kuglig sind.

An senkrechten Schnitten erhärteter Krystalllinsen bemerkt man die Linsenröhren (Fig. 205. *c*) unter dem Epithelialüberzuge (*b*) verbreitert entspringen (*d*), dann ihren gekrümmten Verlauf antreten, um ähnlich auslaufend an der hinteren zellenlosen Kapselwand sich zu inseriren (*e*) [2]. Hierbei tritt in der Aequatorialebene des Organs an jeder Röhre ein schöner bläschenförmiger, rundlicher Kern von 0,00333—0,00572''' hervor (*f*). Es gewährt einen zierlichen Anblick, durch das transparente Gewebe hinab diese Lage der Kerne (»Kernzone« von *Meyer*) zu verfolgen. Die Angabe, dass jede Linsenröhre nur einkernig sei, ist indessen nicht ausnahmelos richtig (s. u.) [3].

Fig. 208.



Die Linse des Neugeborenen; *a* vordere, *b* hintere Fläche (Kopie nach *Leydig*).

Die getrübte Linse des Neugeborenen (Fig. 208) bietet ferner ein ganz eigenthümliches Strukturverhältniss dar. In der Mitte der vorderen Fläche (*a*) vereinigen sich nämlich unter Winkeln von 120° drei Linien zu einem dreistrahligen Sterne oder einem umgestürzten Y. An der hinteren Wand bemerkt man entweder in umgekehrter Richtung die gleiche Figur oder die eines vierstrahligen Sternes (*b*). In späterer Lebenszeit zerfällt jeder der Strahlen, unter spitzen Winkeln sich theilend, in ein ganzes Astsystem, so dass komplizirte sternförmige Gestaltungen die Folge sind.

Das Mikroskop lehrt, dass innerhalb eines solchen Strahles die Linsenfasern fehlen und durch eine homogene oder feinkörnige Masse ersetzt werden. Da man diese Substanz scheidewandartig durch die Linse verfolgen kann, so ist unser Organ also wie durch ein Fachwerk getheilt.

Diese Verhältnisse wirken auf den Verlauf der Linsenröhren natürlich bestimmend ein [4]) und machen es unmöglich, dass eine Faser einen der beiden Pole wirklich erreicht.

Anmerkung: 1) Neben den Handbüchern der Gewebelehre s. man *Hannover* in *Müller*'s Archiv 1845. S. 478 und *Meyer* ebendaselbst 1852. S. 202. — 2) Diese verbreiterten Enden der Linsenröhren können im Querschnitt gesehen das Bild eines (aber kernlosen) Plattenepitheliums nachahmen. — 3) Früher nahm man zwischen Linse und Kapsel eine geringe Menge einer wasserhellen und zähen Flüssigkeit, den *Humor Morgagnii* an. Derselbe existirt jedoch im lebenden Auge nicht und ist nur ein Leichenphänomen, hervorgerufen durch die Zersetzung der so zarten peripherischen Linsenröhren und des Epitheliums. Letzteres bläht sich hierbei vor dem Zerbersten zu grossen kugligen Blasen (Fig. 209. *e*) auf. — 4) An Linsenschliffen fand *Thomas* mehrere ganz eigenthümliche Kurvensysteme (Prager Vierteljahrschrift

1854. Bd. 1. Beilage S. 1), deren Deutung *Czermak* (*Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift Bd. 7. S. 185) gelang.

§ 170.

Was die Mischungsverhältnisse des Linsengewebes[1]) betrifft, so kennt man diejenige der Linsenkapsel zur Zeit noch sehr ungenügend. Dieselbe quillt in Essigsäure und einer Alkalisolution auf, jedoch ohne sich zu trüben oder zu lösen. Ebenso verwandelt sie sich nach zweitägigem Kochen nicht in Leim. Alkalien widersteht sie lange, während Mineralsäuren sie allmählich lösen (*Mensonides*). Hiernach würden wir so ziemlich die Reaktionen der meisten glashellen elastischen Membranen hier wieder erhalten. Dagegen soll nach *Strahl* die *Capsula lentis* schon nach mehrstündigem Kochen in Wasser sich zu einer Substanz lösen, welche jedoch nicht die Reaktionen des Leims darbietet.

Die Mischung von Kern und Wand der Linsenfasern kennt man noch nicht. Im Innern ist eine concentrirte Lösung eines eigenthümlichen, sehr zersetzlichen Proteinkörpers eingeschlossen, des sogenannten Krystallins (§ 15). Bei seiner grossen Verwandtschaft mit Albumin trüben alle Reagentien, welche Eiweiss zum Gerinnen bringen, auch das Linsengewebe und machen passend verwendet letzteres deutlicher. In dieser Hinsicht hat sich die Chromsäure einen verdienten Ruf erworben. Daneben enthält die Linse eine nicht unbeträchtliche Menge von Fett und nach älteren Analysen von Extraktivstoffen. *Berzelius* erhielt beim Menschen in 100 Theilen:

Wasser	58,0
Proteinkörper	35,9
Wände der Linsenfasern etc., als Filterrückstand	2,4
Extraktivstoffe	3,7

Der Fettgehalt der menschlichen Linse wurde zu 2,06% getroffen (*Husson*)[2]); darunter findet sich Cholestearin (*Lohmeyer*). Die Menge der Mineralbestandtheile hat man zu nur 0,35% angetroffen. Die Trübung der Linse nach dem Tode beruht auf einer noch nicht verständlichen Mischungsänderung[3]).

Das spezifische Gewicht der menschlichen Krystalllinse ist nach *Chenevix* 1,076 für die peripherischen Schichten, während der concentrirtere Kern 1,194 erreicht. Der Brechungsindex für die äusseren Linsenstraten beträgt nach *Krause* 1,4071, für die mittleren 1,4319 und die centralen 1,4564[4]).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schlossberger*'s Gewebechemie, 1. Abth. S. 304; *Mensonides* in *Nederl. Lancet* 1848—49. S. 694 u. 709; *Strahl* im Archiv für phys. Heilkunde 1852 S. 332; *Lohmeyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift N. F. Bd. 5. S. 56. — 2) Göttinger gel. Anzeigen 1858. S. 47. — 3) Die katarrhaktöse Trübung rührt von sehr verschiedenen Ursachen her, z. B. von Verkreidungen des Gewebes, Fett- und Cholestearineinlagerungen etc. — 4) *Krause* a. a. O. S. 28.

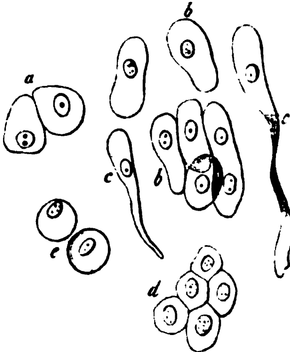
§ 171.

Die Linse entsteht[1]) als Einstülpung der oberflächlichen, den embryonalen Leib begrenzenden Zellenschicht, des sogenannten Hornblatts, dessen schon früher bei der Oberhaut gedacht wurde.

Von der Aussenseite dieses Zellenhaufens dürfte die Ausscheidung einer homogenen Masse geschehen, welche zur Linsenkapsel erstarrt. Nur ein kleiner Rest der Bildungszellen aber bewahrt als Epithelium der Linsenkapsel den ursprünglichen Charakter zeitlebens, während die übrigen zu den Linsenfasern auswachsen.

Bei jüngeren Embryonen hat man Gelegenheit, solche in der Entwicklung begriffene Linsenröhren anzutreffen (Fig. 209. *a*—*c*).

Fig. 209.



a—*c* Linsenzellen eines zweizölligen Schweinsfötus. *a* Ursprüngliche Zellen; *b* oval verlängerte; *c* länger ausgewachsene im Uebergang zu Linsenröhren. *d* Epithelium der Linse vom achtmonatlichen menschlichen Embryo; *e* Zellen des sogenannten *Humor Morgagnii*.

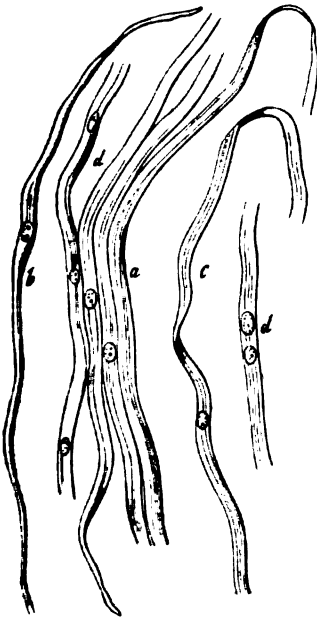
Bei älteren Früchten, wie z. B. menschlichen in den letzten Monaten, sind die Fasern schon denen des Erwachsenen ganz ähnlich (Fig. 210. *a*. *c*), bisweilen aber auch noch den Zellencharakter darbietend (*b*). Nicht so gar selten begegnet man Linsenröhren mit doppeltem oder gar dreifachem Nucleus (*d*). Aber auch noch in viel späterer Lebenszeit, nämlich beim Erwachsenen, findet am Rande des Epitheliums, wie *Koelliker* lehrte, die Neubildung von Linsenröhren aus den Oberhautzellen statt, indem der Verlust alter Linsenröhren so ersetzt wird und wir für den Stoffwechsel des Gewebes einen neuen Beleg gewinnen. Hier kommt, wohl durch einen Theilungsprozess, eine Zellenvermehrung vor und die neugebildeten Zellen wachsen zu äusserlichen Linsenröhren aus[2]).

In der Fötalperiode ist die Linsenkapsel von einer gefässführenden Hülle umgeben, welche einen Theil des unter dem Namen der *Membrana capsulo-pupillaris* bekannten Hüllensystems bildet[3]).

In unserm Organ vermehrt sich beim Wachsthum des Körpers nach der Geburt die Zahl der Röhren, nicht mehr aber deren Durchmesser (*Harting*[4])).

Diese gehen von den Epithelialzellen der Linsenkapsel aus und regeneriren sich entsprechend ihrem epithelialen Charakter, wenn nur Kapsel und Zellenbekleidung erhalten sind[5]). Da das Linsengewebe in seiner Gestalt von derjenigen der Kapsel bestimmt wird, begreift man, wie eine nach dem Oeffnen der letzteren wieder gebildete Linse nicht mehr die frühere regelmässige Gestalt erreicht. Die Grösse und Rich-

Fig. 210.



Linsenfasern des menschlichen Embryos von acht Monaten. *a* Fasern mit einem Kerne; *b* eine, welche den Zellencharakter noch darbietet; *c* die platte Form der Seitenansicht; *d* Fasern mit zwei und drei Kernen.

tung des Stoffwechsels für unser Organ kennt man noch nicht. Erstere dürfte nicht ganz unbedeutend sein.

Anmerkung. 1) Man vergl. das *Remak*'sche Werk; ferner *Meyer* a. a. O. und *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 6. S. 142, sowie Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 730. — 2) Eine Kerntheilung in fast fertigen Linsenröhren glaube ich einigemal beim achtmonatlichen menschlichen Fötus gesehen zu haben. — 3) Seine Gefässe bieten eine treffliche Gelegenheit zu Entwicklungsstudien dar. — 4) *Harting, recherches micrométriques* S. 57. — 5) *Valentin*'s Physiologie, 2te Aufl. Bd. 1. S. 314.

13. Das Muskelgewebe.

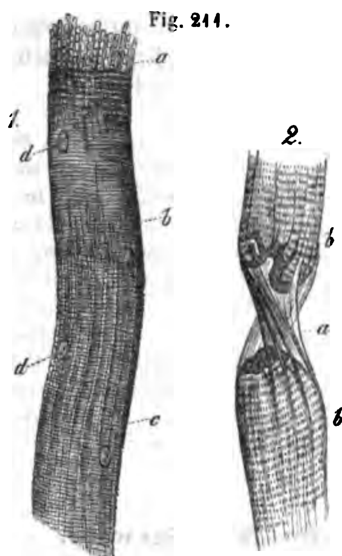
§ 172.

Die Muskeln stellen ein weiches, röthliches, faserig erscheinendes Gewebe dar, ausgezeichnet durch die Fähigkeit, auf Anregung seiner motorischen Nerven sich zu verkürzen. Man bezeichnet diese Eigenschaft mit dem Namen der Irritabilität. Wie die Physiologie lehrt, fallen die Kontraktionen des Muskelgewebes theils willkürlich, theils unwillkürlich aus.

In histologischer Hinsicht zeigt uns ein Theil der Muskeln als Elementargebilde einen langen quergestreiften Faden (Fig. 211), während der andere aus glatten, spindelförmig verlängerten Zellen aufgebaut wird (Fig. 212). Man spricht hiernach von quergestreifter und glatter Muskulatur.

Indessen diese anatomische Verschiedenheit erscheint auf den ersten Blick weit grösser, als sie es in Wirklichkeit ist.

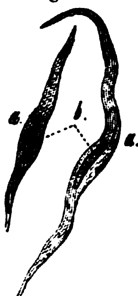
Einmal treffen wir in der Thierwelt zwischen jenen zwei Arten des Muskelgewebes der Uebergänge gar mancherlei[1]) und dann hat in neuerer Zeit die Entwicklungsgeschichte gelehrt, wie beiderlei Formelemente von höchst ähnlichen Anfängen beginnen, nämlich je einer Zelle (§ 78). Das Element des glatten Muskels bewahrt diesen Charakter zeitlebens, während der quergestreifte Faden in höherer Komplikation des Baues sich davon weit entfernt.



Quergestreifte Muskelfäden (zum Theil nach *Bowman*).

Schliesslich noch die Bemerkung, dass die willkürliche Muskulatur unseres Körpers aus quergestreiften Fäden besteht, aber auch das Herz unter den unwillkürlich beweglichen, während sonst die dem Willenseinfluss entzogenen Muskeln von glatten Elementen hergestellt sind. Die Ausdrücke glatte und unwillkürliche, quergestreifte und willkürliche Muskulatur entsprechen daher für den Menschen einander nicht vollkommen[2]).

Anmerkung: 1) Man s. *Leydig's* Lehrbuch S. 42 und *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. 109. — 2) Verfolgt man unter diesen Gesichtspunkten das Muskelgewebe durch die Thierreihe herab, so stellen sich immer grössere Differenzen zwischen Funktion und Struktur heraus, so dass jene Parallele allen Werth verliert. — Das willkürliche oder entgegengesetzte Arbeiten eines Muskels hängt nicht von seiner Textur, sondern dem Ursprunge seiner bewegenden Nerven ab.



Elemente der glatten Muskulatur.

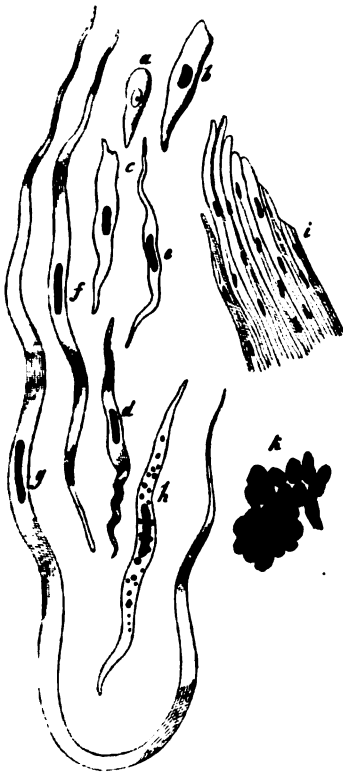
§ 173.

Als Elemente der glatten Muskulatur (Fig. 213) galten früher lange blasse bandartige Fasern (*i*), welche von Strecke zu Strecke einen gleichfalls verlängerten Kern erkennen lassen sollten. Es war dem Scharfblick *Koelliker*'s[1]) vergönnt, diese Fäden als linear aufgereihte verlängerte Zellengebilde zu erkennen und somit die kontraktile Faserzelle (*c*—*h*) darzuthun; ein grosser Fortschritt in der Erkenntniss des schwierig zu erforschenden Gewebes[2]).

Die glatte Muskelzelle erscheint zuweilen als ein kürzeres (*c*), in der Regel als langes (*d*—*f*), zuweilen ausserordentlich verlängertes Gebilde (*g*), welches gewöhnlich nach beiden Enden hin in eine Spitze ausläuft. Die Länge beträgt im Mittel etwa 0,02 — 0,04‴, an kurzen Zellen bis 0,0125‴, an sehr langen 0,1‴ und mehr. Die Breite der kontraktilen Faserzellen liegt zwischen 0,00333 — 0,00666‴.

Im Uebrigen erscheinen diese blass und homogen, entweder ganz farblos oder sehr schwach in das Gelbliche tingirt, ohne einen erkennbaren Unterschied von Inhalt und Hülle. Nicht gar selten ist die gleich-

Fig. 213.



Glatte Muskulatur des Menschen und Säugethiers. *a* Eine Bildungszelle aus der Magenwand eines zweizölligen Schweinsembryos; *b* eine weiter vorgerückte; *c–g* verschiedene Formen der kontraktilen Faserzelle des Menschen; *h* eine mit Fettkörnchen versehene; *i* ein Bündel glatter Muskelfäden; *k* Querschnitt durch einen solchen von der Aorta des Ochsen mit vielfach in die Schnittebene gefallenen Kernen.

artige Substanz durch sehr feine staubartige Moleküle leicht getrübt; oder es finden sich als Zeugnisse einer Rückbildung in wechselnder Menge und Grösse Fettkörnchen (*h*).

Ein charakteristisches Ansehen erhält aber die kontraktile Faserzelle besonders durch ihren Kern, ein ziemlich blasses, langes, cylindrisches, an beiden Enden mehr oder weniger abgerundetes Stäbchen, welches nach Essigsäureeinwirkung geschlängelt erscheinen kann. Auch dieser Nucleus ist homogen, ohne Differenz von Inhalt und Hülle, sowie ohne Kernkörperchen. Die mittlere Länge beträgt $0{,}01'''$, die Breite $0{,}001 - 0{,}00125'''$. Er findet sich etwa in halber Zellenlänge und nimmt den Achsentheil ein, wie namentlich schön der Querschnitt vorher getrockneter Muskeln (*k*) lehrt, wo man sich auch von der cylindrischen Gestalt der meisten Faserzellen überzeugen kann. Fast immer ist der Kern in letzteren nur einfach vorhanden; doch können doppelte, ja drei und vier Nuclei in einer Zelle vorkommen (*Remak*[3]), *Koelliker*[4])), ein für die Verwandtschaft mit dem quergestreiften Muskelfaden wichtiges Strukturverhältniss.

Während so in den Tagen der Reife unsere Zelle eigenthümlich erscheint, trägt sie bei dem Embryo den gewöhnlichen Charakter, indem eine Hülle und ein bläschenförmiger Kern ihr anfänglich zukommen (*a*. *b*).

Die glatte Muskulatur findet sich durch den ganzen Verdauungskanal vom unteren Theile der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende; ebenso kommt sie in Gestalt kleinerer Lagen und Bündel in der Mucosa selbst stellenweise vor. Dann enthält der Athemapparat vom Anfang der Trachea an das betreffende Gewebe. Auch in der äusseren Haut tritt es auf in Form kleiner Gruppen und als mehr zusammenhängende Lage, die sogenannte *tunica dartos* des Hodensacks bildend. Ferner kommt die glatte Muskulatur in den Ausführungsgängen und Wänden einzelner Drüsen vor, sowie in der Milz, den Harnwerkzeugen, den männlichen und weib-

lichen Genitalien (wo der schwangere Uterus überhaupt die massenhafteste Ansammlung unseres Gewebes zeigt), in dem Gefässsysteme, dem inneren Auge und auch dem Orbitalmuskel.

Anmerkung: 1) Man vergl. besonders *Koelliker* in seiner und *Siebold's* Zeitschrift Bd. 1. S. 48. — 2) Zu seiner Untersuchung empfiehlt sich besonders, wie *Reichert* fand, 20proz. Salpeter- und Salzsäure (*Paulsen, observationes microchemicae circa nonnullas animalium telas. Dorpati* 1848. *Diss.*). Ebenso sind das Kochen des Gewebes (*Henle*, Jahresbericht 1850. S. 40) und die *Gerlach*'sche Karminfärbung gute Hülfsmittel. — 3) a. a. O. S. 177. — 4) l. c. S. 81.

§ 174.

Die zweite Form des Muskelgewebes, die quergestreifte[1]), findet sich an allen Muskeln des Rumpfes und der Gliedmassen, des Ohres, den äusseren Augenmuskeln (mit Ausnahme des *Orbitalis*); ferner an manchen Eingeweiden, wie der Zunge, dem Pharynx, der oberen Partie der Speiseröhre, dem Larynx, den Genitalien, dem Mastdarmausgange und als Zwerchfell. Endlich erscheint sie als modifizirtes Gewebe im Herzen.

Fig. 214.

1. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerspaltung in Primitivfibrillen *a*, deutlicherer Querstreifung *b* und Längszeichnung bei *c*; *d* Kerne. 2. Ein Muskelfaden *b*, bei *a* durchrissen mit stellenweise leer hervortretender Scheide (Kopie nach *Bowman*).

Sie zeigt uns als Element (Fig. 214) einen langen cylindrischen, selten stärker abgeplatteten Faden, der sich im Allgemeinen nicht verzweigt und eine Dicke von 0,005 und 0,00833''' bis herauf zu 0,025''' für den Menschen besitzt. Man bezeichnet ihn mit dem Namen des Muskelfadens, der Muskelfaser oder des Primitivbündels.

Der menschliche Muskelfaden, welcher bei seiner grösseren Dicke gelblicher gefärbt ist als das glatte Element, kann in seinem ganzen langen Verlaufe von dem einen Ende des Muskels zum andern nicht isolirt werden. An kurzen Muskeln kleiner Thiere dagegen gelingt es unschwer.

Bei stärkerer Vergrösserung bietet jener eine sehr bezeichnende Textur dar, so dass im Gegensatz zum glatten das quergestreifte Muskelgewebe ein höchst charakteristisches genannt werden muss.

Der Muskelfaden aber besteht aus einer Hülle und einem kon-

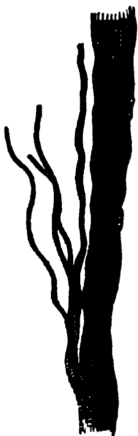
traktilen Inhalte. Erstere wird als Primitivscheide oder Sarkolemma bezeichnet und bildet eine wasserhelle, homogene Membran, welche durch ihre bedeutende Elastizität der Inhaltsmasse bei all ihren Formveränderungen stets dicht anliegend bleibt (Fig. 214. 1). Die Demonstration der Primitivscheide gelingt, abgesehen von chemischen Hülfsmitteln, durch Zerreissung des Inhaltes (2. *a*) oder, was sehr zu empfehlen, durch Behandlung noch lebender Muskelfäden mit Wasser, wo die Scheide durch die Endosmose blasenförmig abgehoben wird[2]).

Der Innenfläche des Sarkolemma's angelagert trifft man ein System rundlicher und ovaler oder auch mehr spindelförmiger Kerne (1. *d*) von 0,00333—0,005''' Grösse mit deutlichen Kernkörperchen. Durch Essigsäure vermögen sich diese Nuclei zu schlängeln oder zackig zu gestalten. Ihre Zahl ist nicht unbedeutend, die Stellung bald eine regellose, bald mehr alternirende. Nur in den Herzmuskelfäden kommen neben peripherischen Kernbildungen auch solche in den Achsentheilen vor. Bei anderen Thieren, wie z. B. dem Frosch, liegen die Nuclei in allen Tiefen des Fadens[3]).

Der von dem Sarkolemma umschlossene Inhalt oder die Fleischmasse des Muskels (Fig. 214. 1) zeigt uns, aber in wechselnder Schärfe und Deutlichkeit, eine durch die ganze Dicke hindurch ziehende longitudinale (*c*) und quere (*b*) Zeichnung.

Hält man sich an den frischen unveränderten Muskel, so tritt die Längsstreifung in manchen Fäden auf das Schönste hervor, indem der Faden von sehr zahlreichen, zwar zarten aber deutlichen Längslinien mit parallelem Verlauf durchsetzt wird. Die Entfernung letzterer wechselt zwischen 0,0005—0,001'''. Vielfach laufen diese Längslinien kontinuirlich über grössere Strecken; noch häufiger jedoch tauchen sie in der Fleischmasse nur stellenweise auf, um dann nach einigem Verlaufe in ihr wieder zu verschwinden.

Fig. 215.



Ein Muskelfaden nach 24stündiger Einwirkung des chromsauren Kalis in Fibrillen theilweise zertrennt.

Am Schnittende des Fadens kann man häufig die Inhaltsmasse in Gestalt feiner, durch die lineare Zeichnung abgegrenzter Fäserchen oder Bälkchen hervorstehen sehen (1. *a*).

Höchst eigenthümliche Bilder aber gewährt der Muskelfaden nach der Einwirkung mancher Reagentien; eine Behandlungsweise, welche überhaupt hier von grossem Belang ist. Muskelfäden, welche in kaltem Wasser macerirt oder gekocht waren, solche, welche einer längeren Einwirkung von Alkohol, Quecksilberchlorid, Chromsäure und ganz besonders chromsaurem Kali ausgesetzt wurden, zeigen sich häufig auf das Prachtvollste in lange feine Fäden von 0,0005—0,001''' zerspalten (Fig. 215).

Darauf hin hat man eine Zusammensetzung der Muskelfaser aus feinen Elementarfasern, den sogenannten Muskelfibrillen, vielfach angenommen und jener den Namen des Primitivbündels gegeben.

Anmerkung: 1) Vergl. *Henle's* Allgem. Anat. S. 578; *Bowman* in den *Phil. Transact.* 1840. *Part.* 2 *p.* 69 u. 1841 *Part.* 1 *p.* 457; ebenso dessen beide Artikel: »*Muscle*« und »*Muscular motion*« in der *Cyclopaedia. Vol.* 3. *p.* 506 u. 519, sowie das mit *Todd* herausgegebene Werk *Vol.* 1. *p.* 150; *Koelliker's* Handb., 3te Aufl. S 172. — 2) Die Schenkelmuskeln eben getödteter Frösche eignen sich hierzu vortrefflich. — 3) *Rollett* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 24. S. 291.

§ 175.

Die Querstreifen treten im frischen Muskel wiederum unter manchfachen Verschiedenheiten auf, welche bei der Kleinheit des Objektes und der Unsicherheit des Fokus schwer zu erfassen sind. Einmal begegnet man scharfen und feinen, kontinuirlichen Linien in parallelem Verlaufe, sei letzterer nun ein gerader oder mehr wellig gebogener. Ihre Entfernung liegt ebenfalls zwischen 0,0005—0,001'''. Oder die Querlinien erscheinen abgesetzt, streckenweise fehlend. Die Begrenzung des ganzen Fadens zeigt sich hierbei glatt. An andern Muskelfäden sind die Querlinien stärker ausgesprochen und namentlich viel breiter, so dass der ganze Faden aus einem doppelten Systeme dunklerer und hellerer Querzonen zu bestehen scheint. Endlich, jedoch nur sehr selten, rücken die queren Zeichnungen weiter auseinander, die Seitenränder des Fadens werden eingekerbt und derselbe macht den Eindruck, als wolle er in Platten zerfallen. Mit dem stärkeren Hervortreten der queren Zeichnung pflegt die longitudinale mehr und mehr abzunehmen.

Sehr wichtige Anschauungen gewährt auch hier das mit manchen Reagentien behandelte Gewebe. So bringt Essigsäure die Längslinien zum Verschwinden, um eine Zeit lang nur Querstreifen zu zeigen. Durch eine höchst verdünnte Salzsäure (1 Theil Säure auf 500—2000 Theile Wasser, ebenso auch durch den sauren Magensaft) zerfällt unter Aufquellung und beginnender Lösung mit völligem Verlust aller Längszeichnungen der Muskelfaden in dünne Scheiben, welche sich oft auf das Zierlichste von einander abblättern (Fig. 216. 4. 5). Aehnlich, aber ohne Aufquellen, wirkt kohlensaures Kali; verwandt Chlorcalcium, welches aber ein Einschrumpfen und Querrunzeln des Fadens herbeiführt und nicht selten im Innern desselben Querrisse erscheinen lässt. Wie man in den früheren Fällen von der fibrillären Zusammensetzung des Muskelfadens sich auf das sicherste zu überzeugen glaubte, würde man nach den letztgenannten chemischen Effekten den Aufbau desselben aus übereinander geschichteten Scheiben oder Platten behaupten müssen.

Die Theorien, welche die Histologen über diese eigenthümliche Doppelzeichnung des Muskelfadens aufgestellt haben, sind begreiflicherweise bei der Schwierigkeit des Gegenstandes sehr verschiedenartig ausgefallen.

Sieht man ab von einer Anzahl offenbar unrichtiger Erklärungsversuche, so bleiben nur zwei Anschauungsweisen, durch welche das in Frage kommende Texturverhältniss wenigstens in seinen Hauptzügen gedeutet werden kann. Beiderlei Anschauungen haben daher bis zur Stunde ihre Anhänger und Gegner gefunden.

Fig. 216.



1. Ein Muskelfaden mit Primitivfibrillen und scharfer Querstreifung als Schema; 2. die isolirten Fibrillen in sehr starker Vergrösserung; 3. die Fleischtheilchen zu einer Scheibe verbunden, schematisch; 4. Platten des menschlichen Muskelfadens nach Salzsäureeinwirkung; 5. ein Faden des Menschen nach längerer Einwirkung von Salzsäure mit dunklen (*c*) und hellen (*d*) Zonen und Kernen *a*. *b*; 6. zwei zugespitzte Fäden des menschlichen *Biceps brachii*. Bei dem einen geht die Scheide als interstitielles Bindegewebe weiter.

Nach der ersteren Auffassung[1]) sind die Fibrillen die präexistirenden wesentlichen Elemente der Fleischmasse und ausgezeichnet durch eine gegliederte und variköse Beschaffenheit (Fig. 216. 2). Indem die regelmässig wiederkehrenden Querzeichnungen oder Varikositäten aller Fibrillen eines Muskelfadens in derselben Höhe nebeneinander liegen, erhält der letztere dadurch sein quergestreiftes Ansehen (1). Dass man hiermit die Verhältnisse leidlich deuten, ebenso begreifen kann, wie bald mehr eine longitudinale, bald mehr eine transversale Zeichnung zu entdecken ist, leuchtet ein. Weniger befriedigend fällt allerdings das Vorkommen von Querscheiben bei Abwesenheit aller Längslinien aus[2]).

Die zweite Anschauung, welche sich in neuerer Zeit einen beträchtlichen Kreis von Anhängern verschafft hat und die wir ebenfalls mit gewissen Modifikationen für richtig halten, rührt von dem ausgezeichneten englischen Forscher *Bowman* her[3]).

Nach dieser Theorie besteht der Muskelfaden wesentlich aus einem Aggregat kleiner Partikelchen, der Fleischtheilchen (*sarcous elements*), welche in der Querrichtung verbunden und zusammenhängend das Bild eines Scheibchens oder einer dünnen Platte (*disc* von *Bowman*, Fig. 216. 3. 4. 5) gewähren und in der Längsrichtung aneinander gereiht, dasjenige der Fibrille (1. 2). Beide, Fibrille wie Scheibe, sind

jedoch nicht der optische Ausdruck einer derartigen präexistirenden Zusammensetzung, welche überhaupt dem frischen lebenden Muskelfaden ganz abgeht; sie beurkunden vielmehr nur eine Neigung des muskulösen Elementes nach einer jener beiden Richtungen sich zu zerspalten[4]).

Die Annahme derartiger, nach Länge und Quere zusammenhängender Fleischtheilchen führt mit Nothwendigkeit zur Existenz einer Verbindungssubstanz zwischen jenen. Erinnern wir uns aber der völlig entgegengesetzten Wirkungsweise der beiden vorhin erwähnten Reagentienreihen, dass z. B. eine sehr verdünnte Salzsäure den Muskelfaden in Scheibchen aufblättert, während Alkohol und chromsaures Kali die Fibrillen abspalten, so werden wir ein doppeltes Bindemittel, ein anderes für das longitudinale Zusammenhalten zur Fibrille und ein anderes für die quere Vereinigung zum Scheibchen statuiren müssen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Frage, wie man sich das nähere Verhältniss der Fleischtheilchen zu den Querlinien des Fadens zu denken habe.

Hält man sich an menschliche oder Säugethiermuskeln, so bemerkt man häufig und besonders regelmässig nach leichter Essigsäureeinwirkung die quere Zeichnung in Gestalt dunklerer, das Licht stärker brechender Zonen, abwechselnd mit helleren von schwächerem Brechungsvermögen. Letztere sind die Lagen des aufgequollenen und aufgehellten Längsbindemittels, während die dunkleren Zonen die *sarcous elements*, durch die quere Verbindungssubstanz plattenartig zusammengehalten repräsentiren[5]). Ein ausgedehnteres Studium der Effekte eines salzsäurehaltigen Wassers zeigt, wie die hellen Querzonen mit dem rasch beginnenden (und der Lösung vorhergehenden) Aufquellen des longitudinalen Bindemittels deutlicher hervortreten; wie der Muskelfaden dann sich in *discs* aufblättern kann, deren jeder, wie ein Voltaisches Element aus einer Zink- und Kupferplatte, so aus einem dunkleren und einem helleren scheibenförmigen Theile besteht (Fig. 5. *c. d*)[6]); wie dann der helle Theil mehr und mehr wirklich der Lösung anheimfällt, während die dunkle Zone übrig bleibend bisweilen die *sarcous elements* eines Scheibchens, wie im Ablösen von einander begriffen, erkennen lässt u. a. mehr[7]).

Von grossem Interesse ist eine von *Brücke*[8]) in der neueren Zeit gemachte Beobachtung. Die von den Fleischtheilchen *Bowman*'s aufgebauten dunkleren Zonen brechen das Licht doppelt, die zwischen ihnen befindliche Lage des Längsbindemittels aber nicht.

Anmerkung: 1) Diese Anschauung, von *Schwann* ausgegangen, wird von einer grossen Anzahl von Forschern, wenn auch mit mancherlei Modifikationen, getheilt; so von *Müller, Valentin, Henle, Gerlach, Koelliker* u. A. — 2) Auch die geringe Neigung der Fibrillen, sich von einander zu trennen (wenn nicht Reagentien einwirken), muss bedenklich erscheinen. — 3) a. a. O. — 4) »Der Muskelfaden ist daher ebensowenig ein Fibrillenbündel, als eine aus aufeinandergethürmten Platten erbaute Säule. Würde sich eine totale Trennung beiderlei Art wirklich einstellen, so müsste das Resultat ein Zerfall in die Fleischtheilchen sein. — Spaltet man eine Fibrille von einem Muskelfaden ab, so nimmt man aus jedem *disc* ein *sarcous element* weg und

umgekehrt« (*Bowman*). — 5) Vergl. *Rollett* am angeführten Orte. — 6) In dieser Weise unterschied schon vor längerer Zeit *Dobie* (*Annal. of nat. hist. Feb.* 1848 [in *Henle's* Jahresbericht für 1848. S. 38]) neben den dunkleren *Bowman*'schen *sarcous elements* ein zweites System dazwischen befindlicher hellerer. — 7) Man vergl. über den Effekt von chlorsaurem Kali u. Salpetersäure auf den Muskel *Budge* im Archiv für phys. Heilkde. N. F. Bd. 2. S. 71. — 8) Vergl. Wiener Akademieschriften Bd. 15 (Separatabdruck).

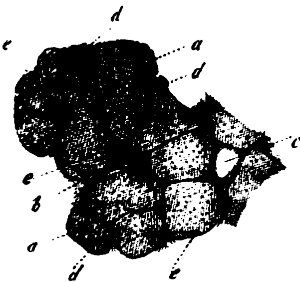
§ 176.

Fig. 217.



Muskelfaden des Froschschenkels nach längerer Einwirkung höchst verdünnter Salzsäure; aus dem Schnittende ragen sehr feine Röhren *a* hervor mit Fettkörnern *b*; letztere durchsetzen den ganzen Faden *c*.

Fig. 218.



Querschnitt des menschlichen *Biceps brachii*. *a* Die Muskelfäden; *b* Querschnitt eines grösseren Gefässes; *c* eine Fettzelle in einem grösseren bindegewebigen Zwischenraume; *d* Haargefassdurchschnitte in der dünnen Bindegewebeschicht zwischen den einzelnen Fäden; *e* die Kerne derselben, dem Sarkolemma anliegend.

Eigenthümlich für den Muskelfaden ist noch das Vorkommen anderer aus Fett bestehender fremdartiger Moleküle (der interstitiellen Körner von *Koelliker*).

An menschlichen Muskeln sind sie nicht immer deutlich. Wo man ihnen begegnet, liegen sie bald spärlicher, bald häufiger in Form von Längsreihen durch die Fleischfaser.

Schärfer treten sie in den Muskeln des Frosches hervor, wo sie oftmals ungemein zahlreich erscheinen und den lösenden Einwirkungen eines salzsäurehaltigen Wassers natürlich ganz widerstehen. Man sieht sie hier reihenweise von den Polen der Kerne ausgehen. Man wird an ein System kanalartiger Lücken, welches die Nuclei und die Fettmoleküle beherbergt, hier zunächst denken müssen (*Koelliker*), da ein Vorkommen von Bindegewebskörperchen und elastischer Röhren, wie *Leydig*[1]) annimmt, kaum mit der Zartheit des Muskelfadens und dessen Entwicklungsgeschichte zu vereinbaren ist. Doch habe ich an Schnittenden von mit salzsäurehaltigem Wasser behandelten Muskelfäden (Fig. 217) häufig ein System höchst feiner Röhren zum Theil mit Fettmolekeln im Innern isoliren können. Sie erscheinen als dunklere, etwa 0,00033‴ messende Fäden.

Auf dem Querschnitte vorher getrockneter und dann erweichter Muskelfäden (Fig. 218. *a*) sieht man diese Reihen der Fettkörnchen als eine mässige Anzahl dunklerer Punkte, so lange ein Fettmolekül im Querschnitte zurückgeblieben ist, oder als kleine

rundliche Oeffnung, wenn das Fettkörnchen ausfiel. Daneben aber erscheinen in Menge bald deutlicher, bald undeutlicher die *sarcous elements* in Gestalt höchst feiner blasserer Pünktchen[2]). (Ein Holzschnitt kann das Verhältniss bei seiner Zartheit nicht wiedergeben, weshalb es in unserer Figur ganz weggelassen wurde.)

Anmerkung. 1) *Leydig* (in *Müller's* Archiv 1856. S. 56) suchte die Bindegewebszellen und ihre röhrenförmigen Ausläufer auf den Muskelfaden zu übertragen; eine Deutung, gegen welche *Koelliker* (in seiner und *Siebold's* Zeitschrift Bd. 8. S. 318) und *Henle* (in dem mit *Meissner* herausgegebenen Jahresberichte für 1856. S. 85) sich erklärten, während sie *Weber* theilt (*Virchow's* Archiv Bd. 15. S. 465). Man s. auch *Rollett* a. a. O. und *Welcker* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift N. F. Bd. 8. S. 226). *Leydig* hat übrigens, mag man von seinen Behauptungen denken was man will, die feinen Pünktchen der *sarcous elements* oder die querdurchschnittenen Primitivfibrillen des Muskelfadens übersehen, wie seine Zeichnung (a. a. O. Tab. 5. Fig. 2. B) lehrt. — 2) *Welcker* zählte für eine Fläche von 0,0025 □Mm. im Mittel 250 derselben.

§ 177.

Eine besondere Modifikation des querstreifigen Muskelgewebes bilden verzweigte und oft netzartig verbundene Fäden[1]). Häufige Vorkommnisse bei niederen Geschöpfen, beschränken sie sich nach dem jetzigen Wissen im Säugethier- und Menschenkörper auf wenige Stellen.

Fig. 219.



Zwei Muskelfäden des menschlichen Herzens (*a. b*) baumartig verzweigt (*d*) und netzartig verbunden (*c*).

In der Zunge des Frosches hatte man schon seit Jahren derartige Muskelfasern mit unter spitzen Winkeln mehrfach sich wiederholenden Theilungen getroffen. In dem gleichen Organ des Menschen hat man bisher nach jenen vergeblich gesucht, sie aber bei einigen Säugethieren bemerkt. Auch die Lippen und Schnauzen mancher dieser Geschöpfe führen solche Varietäten unseres Gewebes.

Dagegen zeigt eine Theilung der Fäden, welche zur Bildung von Anastomosen und einem förmlichen Muskelnetzwerk führt, in grösster Häufigkeit die Muskulatur des Herzens bei Mensch und Wirbelthier.

Die Muskelfäden dieses Organs (Fig. 219) sind schmäler als anderwärts; ebenso an kleinen Fettmolekülen reicher. Die Hülle selbst erscheint weniger deutlich als an andern quergestreiften Fasern und möglicherweise hier und da auch wohl fehlend. Endlich treten die Querstreifen stark hervor und die Neigung zu fibrillärem Zerfall ist eine bedeutende.

Die Verbindung benachbarter Muskelfäden (*a. b*) erfolgt durch in der Regel kurze (*c*) und meistens schmälere Aeste, die bald unter schiefem, bald mehr querem Verlaufe den Stamm verlassen, so dass also ein förmliches und für den Mechanismus der Herzbewegung wichtiges Netzwerk die Folge ist.

Daneben kommen stellenweise Verästelungen vor (*d*), welche sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe abermals zu theilen vermögen und so die Ramifikationen der Froschzungenmuskeln in geringerem Grade wiederholen[2]).

Anmerkung: 1) Die netzförmige Verbindung quergestreifter Muskeln wurde in neuerer Zeit wohl zuerst durch *Leuckart* und mich (*Wagner's* Zootomie. Leipzig 1847. B. 2. S. 62 u. 212) für Arthropoden beschrieben und später als ein bei wirbellosen Thieren sehr verbreitetes Strukturverhältniss erkannt. Im Herzen fand sie im Jahre 1849 *Koelliker* wieder auf (nachdem sie schon *Leeuwenhoek* gesehen hatte). Man vergl. *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 1. S. 215; ebenso *Donder's* Physiologie, deutsche Uebersetzung. Leipzig 1856. S. 23. Ueber die Muskeln der Froschzunge genüge es auf *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 210 zu verweisen. — 2) Auch die Lymphherzen der Wirbelthiere zeigen eine ähnliche Muskelstruktur.

§ 178.

Fig. 220.



Die quergestreiften Muskelfäden mit Ausnahme derjenigen des Herzens sind in paralleler Anordnung und durch ihre Berührung prismatisch erscheinend (Fig. 220. *a*) in der ganzen Länge eines Muskels nebeneinander gelagert. Zwischen ihnen trifft man nur in geringer Mächtigkeit eine zarte bindegewebige Zwischensubstanz, in welcher die den Faden ernährenden Haargefässe (*d*), ebenso dessen Nerven verlaufen.

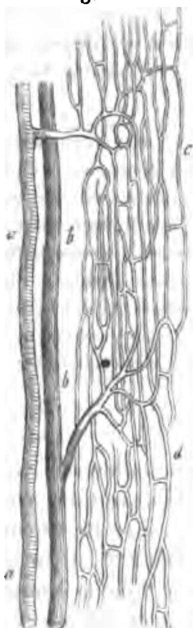
Eine Anzahl der Muskelfäden verbindet sich zu einem Bündel, dessen Dicke wechselnd von 0,2 — 0,5‴ ausfällt und welcher durch eine stärkere bindegewebige Masse von benachbarten Bündeln getrennt wird. Primäre derartige Bündel vereinigen sich mit einander zu den sekundären, welche eine sehr wechselnde Mächtigkeit erkennen lassen[1]).

Man bezeichnet die bindegewebige Hüllen- und Verbindungsmasse des Muskels mit dem Namen des Perimysiums und unterscheidet ein äusseres, das ganze Gebilde umgebendes als *Perimysium externum* von seinen Fortsetzungen nach innen zwischen die Muskelmasse, dem *P. internum*.

In der bindegewebigen Zwischensubstanz des Muskels trifft man noch als nicht seltene Vorkommnisse Fettzellen (*c*) an, welche bei sehr fetten Körpern, sowie längere Zeit nicht gebrauchten Muskeln zahlreicher werden (§ 135).

Auch die Bänder der glatten Muskeln, wenngleich sie im Leibe des Menschen niemals jene massenhaften Muskeln darstellen, wie die erstere Formation, sind an vielen Stellen, wo sie gedrängter und reichlicher beisammen liegen, in ähnlicher Art zu Bündeln zusammengesetzt. — Andererseits erscheinen kontraktile Faserzellen in geringer Ansammlung häufig genug im Körper, verborgen und verdeckt von einem Ueberschuss des Bindegewebes, so dass sie aus letzterem erst mühsam herausgefunden sein wollen. Man kann somit reine und gemischte glatte Muskulatur unterscheiden (*Koelliker*).

Fig. 221.



Gefässnetz eines quergestreifigen Muskels. *a* Arterielles Gefäss; *b* venöses; *c. d* das Kapillarnetz (Kopie nach *Todd* und *Bowman*).

Der Gefässreichthum eines Muskels ist sehr beträchtlich und die Anordnung (Fig. 221) eine bezeichnende. Die arteriellen Röhren treten in den Muskel ein (*a*), gelangen dann mit kurzen Querzweigen an die Fäden, um sich hier zu einem zierlichen Kapillarnetze aufzulösen (*c. d*), dessen Längsröhren zwischen den Muskelfasern verlaufen und in längeren Abständen durch kurze Querzweige sich verbinden. Es entsteht so ein gestrecktes Haargefässnetz, in dessen Innerm der Muskelfaden liegt. In die Fleischmasse des letzteren gelangt kein Haargefäss mehr. Die venösen Gefässchen (*b*) laufen im Uebrigen den entsprechenden arteriellen Stämmchen ganz ähnlich.

Die Nerven der Muskeln kommen im nächsten Abschnitt zur Sprache.

Anmerkung: 1) Da wo der Muskelfaden den Namen des Primitivbündels trägt, ändert sich die Bezeichnung der Bündel.

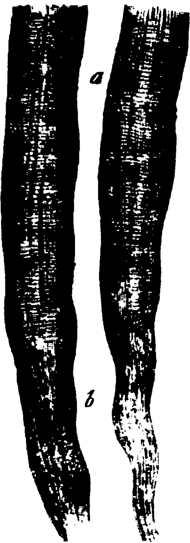
§ 179.

Die Muskeln verbinden sich bekanntlich sehr fest mit ihren Sehnen und zwar entweder so, dass das Sehnengewebe in seinem Faserverlaufe nur die unmittelbare Verlängerung der Muskelfäden darstellt oder die Insertion der letzteren an die Sehnenmasse unter schiefen Winkeln geschieht.

In beiden Fällen dürften sich aber die Texturverhältnisse wesentlich gleich verhalten. Jedem Muskelfaden entspricht ein Bindegewebebündel der Sehne, welches letztere einen geringeren Querschnitt darbietet. So wird es begreiflich, dass die ganze Sehne dünner als ihr Muskel erscheint und dass schiefe Ansätze der Fäden herauskommen können.

Bei geradlinigem Ansatz der Sehne erscheint keine scharfe Grenze

Fig. 222.



Zwei Muskelfäden (*a*) mit dem Uebergange in die Bindegewebebündel des Sehnengewebes (*b*).

zwischen Fleisch- und bindegewebiger Fasermasse, so dass für den unbefangenen Beobachter das Bild eines unmittelbaren Uebergangs beiderlei Gewebe entsteht. Ferner unterliegt es keinem Zweifel mehr, dass auch die Masse des Sarkolemmas unbeschadet ihrer chemischen Differenz kontinuirlich in Bindegewebefibrillen des entsprechenden Sehnenbündels sich verwandelt und endlich geht das intermediäre Bindegewebe der Muskelfäden in die Fasermasse einer Sehne ebenfalls ein [1]).

In neuerer Zeit machte *Rollett* [2]) die interessante Entdeckung, dass einzelne Muskelfäden nicht die ganze Länge eines Muskels durchlaufen müssen, um schliesslich in einem Sehnenbündel zu endigen, dass vielmehr mitten in der Länge eines Muskels unter starker Zuspitzung eine Endigung des Fadens vorkommt (Fig. 216. 6). Dazu eignen sich besonders Muskelmassen, welche (frisch oder vorher gekocht) 24 Stunden lang in Glycerin lagen. Interessant ist hierbei zu sehen, wie das Sarkolemma die zugespitzte Fleischmasse überragen kann und in das intermediäre Bindegewebe zwischen angrenzenden Muskelfäden übergeht. Immerhin dürften es aber nur seltene Ausnahmefälle sein.

Anmerkung: 1) Die Art und Weise, wie der Muskelfaden in die Sehne übergeht, ist sehr schwierig zu ermitteln, so dass die Ansichten der Forscher hier seit langen Jahren weit auseinander gingen. — Im Allgemeinen lassen sich die üblichen Anschauungen in zwei Gruppen zerfällen. Die Einen (*Ehrenberg*, *Koelliker*, *Fick*) nehmen die im Texte geschilderte Verbindungsweise an, während Andere (*Valentin*, *Bruns*, *Gerlach*) sich die Verbindung so vorstellen, dass der mit abgerundetem Ende sich abgrenzende Faden von den Sehnenfasern äusserlich so umgeben werde, wie ein Finger von den um ihn gelegten Fingerspitzen der andern Hand. Nach *Todd* und *Bowman* (a. a. O. S. 157) endigen Fleischmasse und Sarkolemma an der Spitze des Muskelfadens gleichartig und an beide setzt sich das fibrilläre Sehnengewebe an. In neuerer Zeit hat *Koelliker* eine doppelte Verbindungsweise behauptet; einmal den kontinuirlichen Uebergang des einen Gewebes in das andere und dann bei schiefem Ansatz der Fleischfasern an die Sehne einen ganz anderen, eine Art von Verklebung nämlich. Hier, wo die Muskelfäden mit schiefer Absetzung endigen, sollen sie sich in kleine Grübchen der Sehnenoberfläche eindrücken (Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 219). — Ich habe mich von letzterem Verhalten ebensowenig überzeugen können, als *A. Fick* (*Müller's* Archiv 1856. S. 425) und nehme auch hier mit letzterem Forscher den unmittelbaren Uebergang unter winkliger Beugung an. — 2) Vergl. Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 21. S. 176.

§ 180.

Die chemische Untersuchung des Muskelgewebes hätte die wesentlichen Bestandtheile desselben, die quergestreiften Fäden und kontraktilen Zellen von den unwesentlichen, wie Bindegewebe, Gefässen und Nerven zu trennen. Ebenso würde jene nachzuweisen haben, welche organische und anorganische Substanzen Faden und Zellen bildeten und wie sie sich auf Kern, Hülle und Inhalt vertheilten. Endlich wäre die den Muskel durchtränkende Flüssigkeit zu erforschen mit ihren Ernährungsstoffen, sowie den Zersetzungsprodukten, welche der energische Umsatz der Muskulatur herbeiführt.

Diesen Anforderungen der Physiologie kann die Zoochemie des heutigen Tages noch nicht genügen. Immerhin gehört aber das Muskelgewebe zu den in chemischer Hinsicht am meisten ausgebeuteten, namentlich seitdem im Jahre 1847 *Liebig* mit einer epochemachenden Arbeit hervortrat[1]).

Indem wir aus dem schon früher erwähnten mikrochemischen Verhalten hervorheben, dass mit bestimmten Reaktionen die Masse der *sarcous elements*, des Längs- und Querbindemittels als drei verschiedene Stoffe zu erkennen sind, haben wir noch den in Essigsäure unlöslichen Kern und das Sarkolemma mit seinem, dem elastischen Gewebe nahe kommenden Verhalten hinzuzufügen, so dass hier höchst beträchtliche Gemenge zur Untersuchung kommen müssen[2]).

Der quergestreifte Muskel des Säugethiers und Menschen[3]) besitzt einen Wassergehalt von 77—78 % (nach *Bibra*[4]) für den Menschen nur 72—74). Dieses Wasser gehört einmal dem Gewebe der Fäden, dann den anderen zwischen letzteren eingesprengten Formbestandtheilen, endlich der das Ganze durchtränkenden Ernährungsflüssigkeit an. Die Menge der letzteren kennen wir aber noch nicht. Im Uebrigen ist das spezifische Gewicht des Muskels nach *Krause* 1055.

Interessant ist die Beobachtung, dass in Wasser gelegte Muskelmassen nach einigen Stunden noch eine namhafte Quantität Flüssigkeit imbibiren (*Oesterlen*[5]), *Schlossberger*[6])), sowie dass beim verdurstenden Thiere unter allen Körpertheilen die Muskulatur den stärksten Wasserverlust erfährt (*Falck* und *Scheffer*[7]).

Von den festen, einige 20 % betragenden Bestandtheilen des Muskelgewebes haben wir zunächst eine wechselnde Menge leimgebender Substanz, welche dem zugemengten Bindegewebe angehört, abzuziehen. (Man gewinnt 0,6 bis gegen 2 % Glutin aus dem frischen Muskel.)

Dann enthält mit ungefähr 15—18% das frische Gewebe die Fleischmasse. Dieselbe besteht aus einem Proteinkörper, welcher früher dem Blutfibrin identisch angenommen wurde, bis *Liebig* die Verschiedenheit nachwies. Man hat ihn Muskelfibrin oder Syntonin genannt (§ 13) und bedient sich zu seiner Darstellung einer sehr verdünnten Salzsäure (1 : 1000). Die Menge des Syntonins, welche man erhält, fällt im Uebri-

gen bei verschiedenen Thieren sehr ungleich aus (*Liebig*), und in der That lehrt die mikroskopische Kontrolle des in Lösung begriffenen Muskelfadens, dass wir es hier nicht mit einem einfachen Körper, sondern mit einem Gemenge mehrerer und zwar dreierlei Substanzen zu thun haben, dem Längsbindemittel, das zuerst der lösenden Wirkung der Chlorwasserstoffsäure anheimfällt, den Fleischtheilchen und der queren Kittsubstanz, welche beide sich ebenfalls nicht gleichzeitig lösen dürften. Daneben bleibt noch im Sarkolemma ein schleimiger, körniger Rückstand mit Fettmolekeln zurück.

Sarkolemma und Kerne betheiligen sich an dem sogenannten Syntonin nicht. Ersteres besteht aus elastischer Substanz, letztere resistiren verdünnter Salzsäure tagelang auf das Hartnäckigste (Fig. 216. 5. *a*. *b*).

Wie alle Gewebe enthält ferner der Muskel Fette, aber in der allerwechselndsten Menge. Ein Theil dieser Substanzen ist den Nerven und Fettzellen des Fleisches zuzuschreiben, andere gehören dem Faden selbst an.

Durch Auspressen und Auslaugen kann man dem frischen Muskel etwa 6 % in kaltem Wasser löslicher Bestandtheile entziehen. Dieselben sind sehr manchfacher Natur und von hohem chemischen wie physiologischen Interesse. In dem so erhaltenen Auszuge, einer trüblichen, gerötheten und stark sauer reagirenden Flüssigkeit, trifft man eine nicht unbeträchtliche Menge löslichen Albumins, welche für das frische Muskelgewebe 2—3 % beträgt, so dass nicht daran gedacht werden kann, diesen Eiweissgehalt auf das in den Muskelgefässen zurückgebliebene Blut abzuladen. Wir haben vielmehr in jenem Albumin den Ernährungskörper unseres Gewebes zu erblicken, welcher theils in der Ernährungsflüssigkeit gelöst ist, theils auch den Faden durchtränkt. Daneben soll nach manchen Angaben noch Kasein vorkommen, was aber vorläufig bezweifelt werden muss [8]).

Wir erhalten auf diesem Wege zugleich in Lösung den rothen Farbestoff des Muskelfadens, welcher letzteren während des Lebens durchtränkte. Die Färbung des Muskelgewebes ist bei quergestreifter Faser eine intensivere als bei kontraktilen Zellen, ebenso nur bei den höheren Wirbelthieren überhaupt lebhafter vorhanden, während bei niederen Vertebraten das Fleisch in der Regel entweder nur sehr schwach geröthet oder auch ganz blass erscheint.

Dieses Pigment, in reinem, angesäuertem, wie alkalischem Wasser löslich, durch Sauerstoff röther und Schwefelwasserstoff dunkler werdend, ist wohl mit dem Hämatin identisch (§ 52). Ueber seine mögliche Bildungsweise hat schon § 92. Anmerk. 2 gehandelt.

Daneben enthält die Muskelflüssigkeit, wie namentlich *Liebig* uns gelehrt hat, eine Reihe wichtiger Zersetzungsprodukte, welche früheren Forschern mit als Extraktivstoffe [9]) galten. Darunter erscheinen zunächst mehrere thierische Basen: nämlich das Kreatin (§ 37), dessen Menge im Allgemeinen gering ist, im Herzen noch am bedeutendsten

ausfällt, bei verschiedenen Thierspezies wechselnd sich gestaltet, grösser bei mageren Geschöpfen als bei fetten, ebenso durch den Gebrauch des Muskels gesteigert wird. 100 Theile frische menschliche Muskulatur enthalten 0,06 Kreatin nach *Schlossberger* (beim Pferde 0,07 nach *Liebig*), während das Herz 0,14 % dieser Base ergibt. Dann erscheint, aber in noch geringerer Menge, das nahe verwandte Kreatinin (§ 38), ebenso das Sarkin (§ 42). Das frische Ochsenfleisch enthält nach *Strecker*[10]) nur 0,022 % des letzteren Stoffes. Hierzu soll nach *Scherer*[11]) als vierter derartiger Körper im Fleische des Pferdes und Ochsen das Xanthin (§ 42) kommen. Der Harnstoff fehlt in der Regel dem menschlichen Muskel[12]), ebenso Leucin und Tyrosin; dagegen enthalten die Muskeln zweizölliger Schweinsembryone neben Kreatin eine mässige Menge Leucin.

Auch eine falsche Zuckerart, der Inosit (§ 23) ist dem Muskelgewebe zukommend. Doch hat man ihn bisher allein in der Herzmuskulatur angetroffen.

Nicht minder beträchtlich ist die Reihe organischer Säuren. Als Ursache der sauren Reaktion des Muskelsaftes erscheint in nicht unbeträchtlicher Menge (0,6—0,7 %) betragend, die Fleischmilchsäure (§ 33). Ihre Menge steigt mit dem Gebrauche des Muskels. Andererseits reagiren ruhende Muskeln nach *Liebig* und *Dubois* neutral, so dass über die Natur der Milchsäure als eines Zersetzungsproduktes der Fleischsubstanz wohl kein Zweifel herrschen kann. Sie geht wohl entweder aus dem Inosit oder dem Kreatin durch die Zwischenstufe des dem Lactamid prozentisch gleich zusammengesetzten Sarkosin's hervor, worüber man § 33 und 37 zu vergleichen hat.

Dazu kommt, aber nun in geringer Menge, nach *Liebig* die noch wenig gekannte Inosinsäure (§ 46), welche indessen *Schlossberger*[13]) im Menschenfleisch nicht auffinden konnte. Ferner enthält an flüchtigen Fettsäuren der Muskelsaft Buttersäure, Essigsäure und Ameisensäure. Harnsäure traf *Liebig* nur einmal[14]).

Sehr eigenthümlich sind endlich die Mineralbestandtheile[15]) des Muskels (des Gewebes und der durchtränkenden Flüssigkeit). Man bemerkt zwar die im Blutplasma vorkommenden Verbindungen, aber in ganz anderen Proportionen. Während in letzterem die Natronverbindungen vorwiegen, zeigt der Muskel einen Ueberschuss des Kalis bei einer höchst bedeutenden Armuth an Natron. Ebenso sind im Muskel im Gegensatze zu dem Blutplasma die phosphorsauren Salze bei weitem überwiegend über die Chlorverbindungen, so dass der grösste Theil der Phosphorsäure an Kali gebunden ist und die Menge des Kochsalzes nur höchst unbedeutend ausfällt. Endlich ist unter den Verbindungen der Phosphorsäure mit Erden das Magnesiaphosphat an Menge das entsprechende Kalksalz übertreffend. Daneben enthält das Fleisch noch eine geringe Menge von Eisen. Auffallend ist die Abwesenheit schwefelsaurer Salze.

Wenn man die Frage aufwirft, wo, im Muskelfaden oder in seiner

Ernährungsflüssigkeit, hat man sich diese Mineralbestandtheile vorzustellen, so ist zu bemerken, dass die Menge der in Wasser löslichen Salze des Fleisches eine sehr beträchtliche ist. Erstere machen nach *Chevreul* 81, nach *Keller* 82,2 % der Gesammtasche aus, während die Quantität des phosphorsauren Kalkes 5,77 und des Magnesiaphosphates 12,23 % betragen. Selbstverständlich wird von den Kaliverbindungen ein verhältnissmässig grösserer Theil in der Muskelflüssigkeit, als im Faden vorkommen müssen, während letzterer reicher an Erdphosphaten sich gestaltet. Dass im Uebrigen die stark saure Flüssigkeit eine Partie der letzteren in Lösung halten werde, bedarf wohl keiner Erörterung. Die Resultate der Aschenanalysen sind damit im Einklang.

Endlich enthält der lebende Muskel an Gasen Kohlensäure und Oxygen[16]). Letzteres wird von ihm, so lange er lebendig ist, absorbirt, während Kohlensäure auch ohne alle Blutzufuhr als Zersetzungsprodukt gebildet wird. Die Menge der letzteren steigt im Uebrigen mit dem Gebrauch des Muskels, so dass dieser wohl eine der wichtigsten Quellen dieses Endproduktes des Stoffwechsels darstellt.

Aus den vorhandenen quantitativen Bestimmungen hat *Lehmann* ein Bild der Muskelmischung entworfen, welches wir hier mit geringen Veränderungen folgen lassen:

Wasser	74,0 — 80,0 %
Feste Bestandtheile . . .	26,0 — 20,0
Fleischfaser (Syntonin etc.)	15,4 — 17,7
Leimgebendes Gewebe . .	0,6 — 1,9
Albumin	2,2 — 3,0
Fett	1,5 — 2,30
Kreatin	0,07 — 0,14
Kreatinin	unbestimmbar
Sarkin	0,022
Fleischmilchsäure . . .	0,60 — 0,68
Inosinsäure	unbestimmbar
Phosphorsäure	0,66 — 0,70
Kali	0,50 — 0,54
Natron	0,07 — 0,09
Chlornatrium	0,04 — 0,09
Kalk	0,02 — 0,03
Talkerde	0,04 — 0,05

Die glatten Muskeln ergeben, wie *Lehmann*[17]) lehrte, ebenfalls Syntonin. Sie reagiren schwächer sauer, führen geringere Mengen von Milchsäure, daneben auch Essigsäure und Ameisensäure. Die Quantität des Kreatins ist ebenfalls eine weit geringere.

Anmerkung: 1) Annalen Bd. 62. S. 257. — 2) Ueber die mikrochemischen Verhältnisse der Muskulatur s. man *Mulder's* phys. Chemie S. 628 u. 686; *Lehmann's* phys. Chemie B. 3. S. 67 u. 57 und Zoochemie S. 479 u. 474, sowie die Dissertation von *Paulsen*. — 3) *Liebig* a. a. O.; *Lehmann* l. c. und *Schlossberger's* Gewebechemie.

Abth. 2. S. 149. — 4) Archiv für physiol. Heilkunde 1845. S. 536. — 5) Dieselbe Zeitschrift 1842. S. 185. — 6) Gewebechemie S. 170. — 7) Archiv für phys. Heilkunde 1854. S. 522. — 8) So nach *Lehmann* und *Schultze* (für die glatte Muskulatur). Die Arbeit des Letzteren findet sich in den Annalen Bd. 71. S. 277. — 9) *Helmholtz* (*Müller's* Archiv 1845. S. 72) lehrte, dass der ruhende und angestrengte Froschmuskel andere Verhältnisse des Wasser- und Weingeistextrakts besitzt. — 10) Annalen Bd. 102. S. 137. — 11) Annalen Bd. 107. S. 314. — 12) In der Klasse der Fische enthalten die Plagiostomen in der Muskulatur kolossale Harnstoffmengen (*Staedeler* und *Frerichs*, *Erdmann's* Journal Bd. 73. S. 48 u. 76. S. 58). — 13) Annalen Bd. 66. S. 82. — 14) Annalen Bd. 62. S. 368 (die Thierart ist nicht erwähnt). — 15) *Liebig* a. a. O., sowie *Weber* in *Poggendorff's* Annalen Bd. 76. S. 372 und *Keller* in den Annalen Bd. 70. S. 91. — 16) Man vergl. die Arbeit des jüngeren *Liebig* in *Müller's* Archiv 1850. S. 393. (Muskeln des Frosches frisch in Kohlensäure gebracht, zeigten mir nach 24 Stunden keine erhebliche Strukturveränderung). — 17) Phys. Chemie Bd. 3. S. 55. Man s. auch *Siegmund* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3. S. 50.

§ 181.

Aus den physiologischen und physikalischen Verhältnissen des Gewebes möge hier nur Einiges eine Erwähnung finden.

Der ruhende lebende Muskel zeigt eine bedeutende Dehnbarkeit, um, sobald die dehnende Kraft aufhört, wieder zur alten Länge fast vollständig zurückzukehren. Der thätige Faden ist noch dehnbarer, d. h. seine Elastizität ist eine geringere geworden. Die abgestorbene Muskelfaser besitzt eine viel geringere Ausdehnungsfähigkeit und die Rückkehr zur alten Länge findet nicht mehr statt.

Das lebende Gebilde hat elektromotorische Eigenschaften, bietet den sogenannten Muskelstrom dar, um dessen Studium in neuerer Zeit sich namentlich *Dubois-Reymond*[1]) grosse Verdienste erworben hat. Auf seine Verschiedenheiten im ruhenden und thätigen Zustande kann hier nicht eingetreten werden. Der todte Muskel hat die elektromotorische Fähigkeit eingebüsst.

Die wichtigste Eigenschaft der lebendigen Muskelfaser jedoch (auch des glatten Elements) ist bekanntlich diejenige, dass sie sich auf Anregung der in ihr endenden motorischen Nerven zusammenzieht, an Länge ab- und im Querschnitte zunimmt. Ueber die Natur dieser Eigenschaft, ob die Muskelfaser an sich selbst reizbar sei oder nur durch das Medium der an ihr zur Endigung kommenden Nervenfasern, spinnt sich ein langjähriger Streit durch die Physiologie fort. Ausgehend von dem richtigen Satze, dass dieselben Reize, welche den Nerven anregen, auch den Muskelfaden zur Kontraktion bringen, hat man letzterem vielfach eine selbstständige »Irritabilität« abgesprochen. In neuester Zeit glaubt man, besonders durch die eigenthümliche Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes (*Curara*), welches die motorischen Nerven lähmt, aber die Kontraktionsfähigkeit des Muskelgewebes merkwürdigerweise dabei nicht zerstört, eine neue Stütze der alten *Haller*'schen Lehre geben zu können (*Bernard*, *Koelliker*[2])).

Die Art der Kontraktion wechselt einigermaassen nach den histologischen Elementen. Bei quergestreiften Fäden sehen wir mit der den Nerven treffenden Reizeinwirkung fast in demselben Momente die Zusammenziehung beginnen und bei Nachlass der ersteren sehr rasch die Erschlaffung zurückkehren. Umgekehrt bemerken wir in glattem Gewebe die Kontraktion erst nach merklicher Zeit sich einstellen und die Reizeinwirkung überdauern, um allmählich den Zustand der Ruhe wieder zu gewinnen. Es klingt dieses in der Bewegung ganzer Thiergruppen, ebenso in einzelnen Organen wieder; so in der mit quergestreiften Fasern versehenen Iris der Vögel gegenüber der glatte Elemente führenden von Säugethier und Mensch. Nur die quergestreifte Faser in ihrem raschen präcisen Arbeiten gehorcht bei uns dem Willenseinflusse.

Mikroskopisch sehen wir an dem geradlinig[3]) sich kontrahirenden Muskelfaden die Längsstreifen undeutlicher werden und schwinden, während die Querzeichnungen schärfer hervortreten. Es würde natürlich von grösstem Werthe sein, sicher zu ermitteln, wie sich die Elementartheilchen der thätigen Faser hierbei verhalten, namentlich die dunklen Zonen gegenüber den hellen. Allerdings scheint es, als ob die ersteren einander näher rücken und die hellen Querstreifen an Höhe abnehmen. Indessen sind diese Texturverhältnisse an sich noch allzu misslich, als dass hieraus grosse Schlüsse zu ziehen wären. Doch halten wir eine relative Unveränderlichkeit der *sarcous elements* gegenüber dem hellen, vorzugsweise kontraktilen Längsbindemittel nicht für unwahrscheinlich.

Das Sarkolemma bei seiner Elastizität folgt dem Faden enge anliegend in seine Formänderungen nach. Dass seine transversalen Runzelungen nicht die Querlinien des Fadens bilden, ist eine abgethane Sache. Ueber die motorischen Nerven hat ein späterer Abschnitt zu handeln. Die starken Verästelungen der einzelnen Nervenfasern, vermöge deren ein Dutzend derselben mehrere hundert Zweige bilden können, mit welchen sie in verschiedene Theile eines Muskels ausstrahlen, sind physiologisch wichtige Erscheinungen. Die sensiblen Nerven der Muskeln kennt man noch nicht näher.

Ueber die mit dem Absterben der Muskeln verbundene Todtenstarre (*rigor mortis*) hat das Mikroskop keine Aufschlüsse gewährt.

Anmerkung: 1) Untersuchungen über thierische Elektrizität. 2 Bände. Berlin 1848 u. 49. — 2) *Bernard*, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses. Paris* 1857; *Koelliker* in *Virchow's* Archiv Bd. 10. S. 3 u. 235. — 3) Die Zickzackbeugungen, welche der gereizte Muskelfaden unter dem Mikroskop zeigt, sind nicht Erscheinungen der Kontraktion, wofür man sie nach dem Vorgange von *Prevost* und *Dumas* allgemein genommen hatte, sondern der auf die Zusammenziehung folgenden Erschlaffung, bei welcher die Faser der Glasplatte aufliegend durch die Friktion der letzteren verhindert wird in gestreckter Richtung sich zu verlängern. Man vergl. *E. Weber's* Artikel: »Muskelbewegung« im Handw. d. Phys. Bd. 3. Abth. 2. S. 54.

§ 182.

Was die Entwicklung des Gewebes betrifft, so gehen die glatten Muskeln[1]) aus einer einfachen Umwandlung rundlicher, mit ebenso gestaltetem bläschenförmigen Kerne und deutlicher Hülle versehener Bildungszellen hervor. Diese werden zu den kontraktilen Faserzellen durch Auswachsen nach zwei Seiten, indem die früher (§ 173) erwähnte stäbchenförmige Gestaltung des Nucleus dabei gleichzeitig angenommen wird. Fig. 213. *a. b* stellen zwei solche embryonale Zellen von der Magenwand eines zweizölligen Schweinsfötus dar.

Die quergestreifte Formation betreffend, so liess man lange Zeit hindurch nach dem Vorgange *Schwann*'s[2]) den Faden durch die Verschmelzung reihenweise geordneter Bildungszellen zu Stande kommen, deren vereinigte Membranen das Sarkolemma ergeben sollten, während die Kerne persistirten und die vereinigte Inhaltsmasse jener Zellen durch weitere Umformung zu der charakteristischen Fleischsubstanz sich gestaltete.

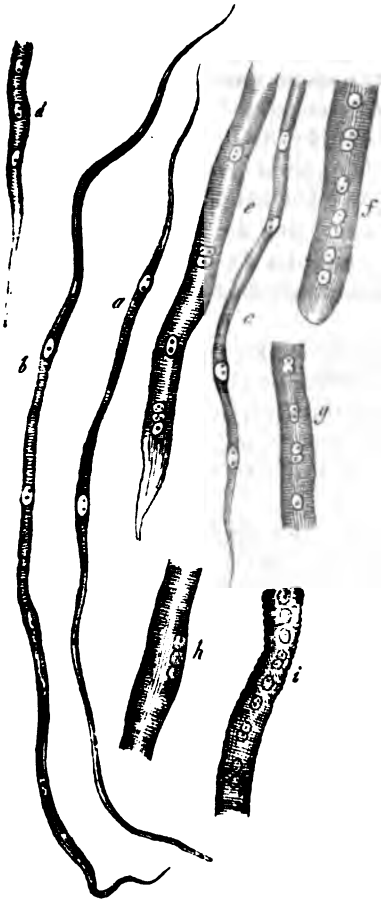
Diese Auffassungen sind, wie man gegenwärtig mit Sicherheit weiss, Irrthümer gewesen. Der Muskelfaden, weit entfernt der Verschmelzung einer Zellenreihe seinen Ursprung zu verdanken, ist nichts anderes als eine einzige unter Kernvermehrung und Umformung des Inhaltes fadenartig ausgewachsene Zelle, welche bei der Länge der quergestreiften Muskeln allerdings zu riesenhaften Dimensionen gelangt ist. Schon im allgemeinen Theile wurde für die Froschlarve dieser Entstehungsgeschichte, deren Entdeckung man *Lebert* und *Remak*[3]) verdankt, gedacht (S. 145).

Interessant sind die Beobachtungen, die man an jungen Embryonen der Säuger und des Menschen[4]) über den wesentlich gleichen Bildungsgang unseres Gewebes machen kann.

So trifft man bei menschlichen Früchten aus der siebenten und achten Woche als Element des werdenden Muskels an Händen und Füssen sehr schmale, vielfach unter 0,002''' breite spindelförmige Zellen mit einem einzigen oder doppelten bläschenförmigen Kerne, welche eine Länge von 0,06 — 0,08''' erreichen (*Koelliker*).

Dasselbe zeigen Säugethierembryone auf entsprechender Bildungsstufe. Bei denen des Schafes von 3 — 4'' Länge (Fig. 223) gewinnt man aus Diaphragma und Bauchmuskeln Spindelzellen, den achten oder sechsten Theil einer Linie lang nnd von einer Breite zwischen 0,002 — 0,00229''' mit bläschenförmigen Kernen von 0,00343 — 0,00457''', und einer beginnenden Querstreifung in den mittleren Partieen (*a. b*). Die Zahl der Nuclei beträgt 2 — 4. Andere, welche weiter vorgeschritten, erlangen eine grössere Zahl der Kerne (*c*) und nehmen im Querdurchmesser bis auf das Doppelte und mehr zu (*d*). In der Regel bleibt an ihnen der Achsentheil noch frei von Querstreifung. An etwas älteren Thieren ist der Muskelfaden 0,00572 — 0,00686''' dick und so lang, dass er nicht

Fig. 223.



Entwicklung der quergestreiften Muskelfäden von Schafembryonen. *a. b* Sehr lange Spindelzellen mit zwei oder drei Nucleis und beginnender Querstreifung; *c. d* Stücke etwas vorgerückterer Fäden mit zahlreicheren Kernen und stärkerem Quermesser; *e. f. g* noch mehr entwickelte Fäden mit Kernen in der Achse; *h* Kerne unter der Hülle; *i* ein Faden in stärkere Scheiben zerfallend.

mehr in seinem ganzen Verlaufe isolirt werden kann, obgleich die Zuspitzung des einen Endes (*e*) oder eine hier vorkommende Abrundung (*f*) unschwer zu bemerken sind. Die Zahl der Nuclei wird eine immer grössere[5]) und Theilungsprozesse kommen als eine gewöhnliche Erscheinung vor (*e. f. g*). Die Lage der Kerne ist bald eine mehr innere (*f. g. i*), bald peripherische, unterhalb der zum Sarkolemma gewordenen Zellenmembran (*h*). Die Achsenpartie des Fadens bleibt auch jetzt noch meist von Querstreifung frei (*f. g. h*), während an seiner Peripherie die Längsspaltung zu erscheinen beginnt. Interessant ist die Neigung mancher solcher Muskelfäden bei Wassereinwirkung in dickeren Querscheiben auseinander zu brechen (*i*).

Wo Netze quergestreifter Muskeln vorkommen, wie im Herzen, wachsen die Bildungszellen nach mehr als zwei Richtungen aus, verbinden sich mit ihren Ausläufern und erleiden ähnliche Modifikationen des Inhalts[6]).

Die eben angeführten Beobachtungen machen es begreiflich, dass manche Forscher früher dem embryonalen Muskelfaden einen Achsenkanal zuschreiben konnten[7]).

Beim Neugeborenen, wo natürlich die Fäden bedeutend in die Länge und auch in die Dicke gewachsen sind, ist ihr Quermesser noch ein sehr bedeutend kleinerer als beim Erwachsenen. Nach den genauen Messungen *Hartings*[8]) sind die Muskelfäden des letzteren um das Fünffache und mehr dicker als zur Zeit der Geburt. Das Zahlenverhältniss der Fäden eines Muskels dürfte dagegen so ziemlich das gleiche bleiben.

Ueber die Lebensdauer der einzelnen Muskelfäden hat man noch keine Thatsachen. Bei aufmerksamer Durchmusterung gewahrt man je-

doch in quergestreiften Muskeln einzelne jener, welche sich von der grossen Mehrzahl ihrer Gefährten in der Menge der Moleküle, in dem Verhalten gegen Reagentien, in einer geringeren Dicke etc. unterscheiden, was wohl auf Altersdifferenzen bezogen werden muss.

Dagegen gewährt der Uterus des schwangeren Weibes eine günstige Gelegenheit, interessante Beobachtungen über die Existenz der kontraktilen Faserzellen anzustellen. Bekanntlich nimmt jener an Massenhaftigkeit um ein Vielfaches zu, ein Prozess, welcher hauptsächlich auf Kosten der Muskulatur kommt. Hierbei verlängern sich die kontraktilen Faserzellen um das 7—11fache in der Länge und das 2—5fache in der Dicke (*Koelliker*). Ebenso kommt nach dem genannten Beobachter eine Neubildung von Zellen vor.

Nach der Geburt beginnt sich bald eine Verkleinerung der kontraktilen Zelle geltend zu machen, vermöge deren sie nach 3 Wochen wieder auf die alte Länge zurücksinkt. Fettinfiltrationen in die Substanz derselben sind in dieser Periode häufige Erscheinungen und eine Auflösung eines Theiles der muskulösen Elemente dürfte wohl mit Sicherheit anzunehmen sein[9]).

Ob es eine physiologische Hypertrophie der quergestreiften Muskelfäden gibt, steht dahin. Unter abnormen Verhältnissen kann man einer starken Massenzunahme dieser Gebilde begegnen; so in dem Herzen, der Zunge. In ersterem Organe fand *Hepp* eine Dickenvermehrung bis auf das Vierfache.

Ebenso kommt ein Schwinden des Muskelfadens, eine Atrophie desselben vor. Einmal trifft man sie als mehr normales Phänomen im hohen Alter; dann erscheint eine Verminderung des Durchmessers unter pathologischen Verhältnissen häufiger, so bei Lähmungen einzelner Glieder, theilweise verbunden mit einer Fettdegeneration des Fadens oder einer Ausbildung interstitieller Fettzellen. Letzterer haben wir schon früher (§ 136 u. 178) gedacht. Höhere Grade derselben vermögen durch Druck die Thätigkeit einzelner Muskelmassen endlich aufzuheben, so z. B. im Herzen. Eine Einlagerung von kleinen Fettmolekülen in das Innere des Fadens ist, wenn anders die Menge derselben nicht allzugross wird, eine häufige und normale Erscheinung, so in der Muskulatur des Herzens, beim Frosche in den Extremitätenmuskeln (§ 176). Höhere Grade, welche die Leistungsfähigkeit des Gewebeelementes beschränken oder endlich zerstören, sind Rückbildungsphänomene, die gewöhnlich eine pathologische Bedeutung haben und eine proportionale Abnahme der *sarcous elements* bis zum völligen Schwund der Fleischmasse herbeiführen. Aber bei aufmerksamer Durchmusterung gesunder Muskeln wird man immer einzelnen Fäden begegnen, welche eine beträchtliche Menge derartiger Fettkörnchen und nicht selten eine Abnahme der Dicke darbieten, so dass auch ein beschränkter physiologischer Untergang mit Fettdegeneration wahrscheinlich bleibt.

Verkreidungen sind seltene Vorkommnisse[10]). Ebenso stösst man

nur ganz vereinzelt einmal auf eine Neubildung des quergestreiften Gewebes, wie in Geschwülsten des Hodens und der Ovarien [11]). Damit steht auch die bekannte Erfahrung in Einklang, dass nach Substanzverlust keine Regeneration des Muskelgewebes stattfindet.

Anmerkung: 1) S. *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 50. — 2) S. dessen Werk S. 156. — 3) Die Literatur ist schon § 78. Anm. 2 angegeben worden. — 4) Man vergl. *Koelliker*'s Handbuch, 3te Aufl. S. 200; ebenso *Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift Bd. 9. S. 139. Abweichende Ansichten äusserten früher *Reichert* und *Holst*, indem sie jede der sogenannten Muskelfibrillen aus einer Zelle sich entwickeln liessen. S. die Dissertation des Letzteren, *de structura musculorum in genere et annulatorum musculis in specie observat. microscop. Dorpati* 1846. *Leydig* (Histologie S. 46) lässt eine Fibrillengruppe aus einer Bildungszelle entstehen und jene mit anderen vereint erst den Muskelfaden bilden. — 5) Eine geringe Kernvermehrung kann auch an den kontraktilen Faserzellen, wenngleich nur ausnahmsweise vorkommen. Schon § 178 wurde solcher Gebilde mit doppeltem bis vierfachem Nucleus gedacht. — 6) *Koelliker*'s Handbuch 3te Aufl. S. 607. — 7) So *Valentin* (*Müller*'s Archiv 1840. S. 207 und Artikel »Gewebe« im Handw. d. Phys. Bd. 1. S. 713. — 8) Vergl. *Recherches micrométriques* S. 59. Man s. auch *Hepp*, die pathologischen Veränderungen der Muskelfaser. Zürich 1853. Diss. — 9) *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 71. — 10) *Meyer* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, Neue Folge Bd. 1. S. 80. — 11) *Rokitansky*, Zeitschrift der Wiener Aerzte 1849. S. 331; *Virchow* im Archiv Bd. 7. S. 137, sowie *Billroth* ebendaselbst Bd. 8. S. 440. Man vergl. auch *Weber* in dem zuletzt erwähnten Theile derselben Zeitschrift S. 115. Taf. 1.

F. Zusammengesetzte Gewebe.

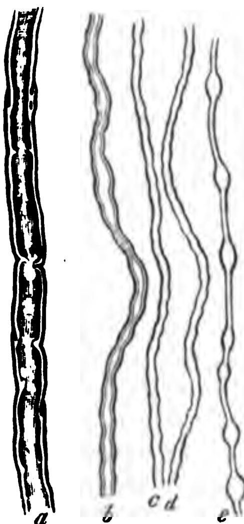
14. Das Nervengewebe.

§ 183.

Als Formelemente des Nervensystems trifft man, eingebettet in einer bindegewebigen Grundlage, zweierlei Gebilde, nämlich Fasern und Zellen.

Erstere, als Nervenfasern, Nervenröhren, Primitivfasern des Nervensystems bezeichnet, bilden fast ausschliesslich die weisse Substanz der Nervenapparate. Letztere, die Nerven- oder Ganglienzellen, auch Ganglienkörper genannt, kommen mit dem ersten Elemente gemischt in der grauen Masse vor.

Fig. 224.



Nervenfasern des Menschen; *a.* eine grobe; *b.* eine mittelfeine Faser; *c. d. e.* schmale Formation.

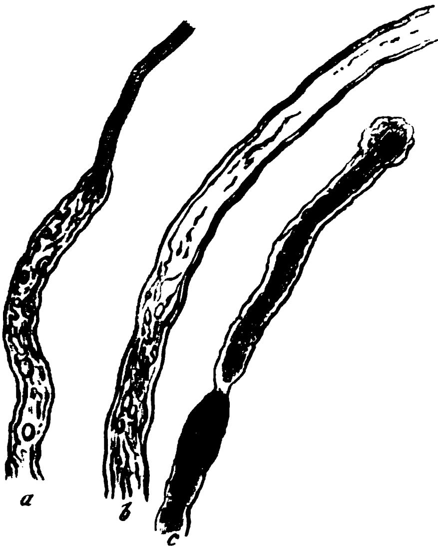
Das bindegewebige Gerüste tritt einmal in Gestalt eines vollkommen ausgebildeten fibrillären Gewebes auf, häufiger als mehr homogene Bindesubstanz (Perineurium) oder in Form kerntragender Bänder (*Remak*'scher Fasern theilweise) oder auch als ein sehr zartes, Kerne und Zellen führendes Gewebe (wie in den Centralorganen).

Die Nervenfasern (Fig. 224) erscheinen als dunkel gerandete, markhaltige oder blasse, marklose. Sie bilden mit Ausnahme des Ursprungs- und Endstückes einfache unverzweigte Fäden und wechseln in ihrer Stärke ausserordentlich, von 0,01—0,00083‴ und weniger. Da das Ansehen auch sonst nicht das gleiche bleibt, unterscheidet man breite oder grobe Nervenfasern (*a* und *b*) von 0,01, gewöhnlicher von 0,005—0,0025‴, und feine oder schmale, deren Quermesser auf 0,002—0,00083‴ und weniger herabzusinken vermag (*c. d. e*).

Die dunkelrandigen Nervenfasern bestehen aus drei Theilen, nämlich einer sehr feinen Hülle, der Primitivscheide, einem in der Achse gelegenen eiweissartigen Faden, dem sogenannten Achsencylinder und einem zwischen Hülle und letzterem befindlichen Gemenge von Eiweissstoffen und Gehirnfetten, der sogenannten Markscheide oder dem Nervenmark. Von diesen drei Gebilden, welche jedoch nicht unmittelbar an der frischen Nervenröhre, sondern erst auf Umwegen zu demonstriren sind, muss der Achsencylinder als der wesentlichste und allein unentbehrliche Formbestandtheil bezeichnet werden.

Frische breite Nervenfasern erscheinen unter dem Bilde ganz homogener, wasserheller, aus einer, wir möchten sagen, milchglasartiger Masse gebildeter Fäden. Doch gelangt man nur selten bei der ungemeinen Zersetzlichkeit der Inhaltsmasse zu einer derartigen Ansicht[1]). Alle üblichen Präparationsmethoden, sobald die Nervenfasern isolirt werden müssen, führen uns die letzteren schon verändert, zersetzt oder »geronnen«, wie man sich ausdrückt, vor[2]). Dieser Gerinnungsprozess kommt aber auf verschiedenen Stufen zur Anschauung (Fig. 224. *a*. *b*. Fig. 225).

Fig. 225.



Nervenfasern des Menschen auf weiter vorgerückten Stufen der Gerinnung.

Möglichst rasch und schonend isolirt, zeigt die Nervenfaser einen dunklen Rand, welcher enge anliegend eine zweite innere und feinere Begrenzungslinie darbietet (Fig. 224. *a*. *b*., Fig. 225. *b*. nach oben).

Diese beiden Linien oder die »doppelten Kontouren« sind später gewöhnlich nicht mehr ganz parallel, ebenso die innere nicht mehr ganz kontinuirlich. Zwischen beiden Begrenzungslinien einer Seite erscheint die dünne Zwischenlage homogen (Fig. 224. *a*. *b*) oder körnig.

Auf letzterer Umwandlungsstufe kann die Nervenfaser sich erhalten, indem die koagulirte Rindenschicht gewissermassen eine schützende Decke für die inneren Theile bildet; oder die Gerinnung schreitet weiter fort, wobei eine Nervenfaser an verschiedenen Stellen ihrer Bahn oftmals ganz differente Bilder darzubieten vermag (Fig. 225. *b*).

Die innere Linie entfernt sich alsdann mehr und mehr von der äusseren; zwischen ihr, ebenso im Achsentheile der Faser, bilden sich klumpige, körnige oder kuglige Massen (*a*. *b*), bis zuletzt das Ganze zu

einer bald mehr grob-, bald mehr feinkörnigen Substanz verwandelt erscheint (c) und die Nervenröhre dunkel geworden ist[3]).

Anmerkung: 1) So im durchsichtigen Augenlid des Frosches und dem Schwanze seiner Larve. — 2) Man vergl. *Henle's* allg. Anat. S. 614. — 3) Ausgetretenes Nervenmark zeigt ganz ähnliche Umänderungen (*Virchow's* Myelin).

§ 184.

Da die peripherische Nervenröhre[1]) trotz ihrer weichen Masse mit Leichtigkeit in langen Strecken isolirt werden kann, ergibt sich schon hieraus die Nothwendigkeit einer Hülle. Diese, die Primitivscheide, tritt bei Verschiebungen des Inhaltes (Fig. 225. c) nicht selten als kurzer leerer Schlauch hervor. Leicht kann sie auf chemischem Wege, durch Hülfsmittel, welche die Inhaltssubstanz gänzlich oder theilweise lösen, isolirt werden (Fig. 226. *a*. *c*). Sie besteht aus elastischer oder einer nahekommenden Substanz und erscheint bei dem Menschen und dem höheren Wirbelthiere meistens als ganz homogene, unmessbar feine kernlose oder kernführende Membran. Bei niederen Wirbelthieren, ebenso an der peripherischen Ausstrahlung menschlicher Nerven, kann sie verdickt auftreten. Doch vermögen wir an letzterem Orte vielfach noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen, was ein einfaches Neurilem und was eine verdickte Primitivscheide ist.

Fig. 226.



Nervenfasern verschiedener Art. *a*. Eine breite Nervenfaser des Frosches nach Behandlung mit absolutem Alkohol mit Achsencylinder und Primitivscheide; *b*. eine andere mit dem Achsencylinder nach Einwirkung von chromsaurem Kali; *c*. eine mit Kollodium behandelte desselben Thiers mit Achsencylinder und Primitivscheide; *d*. eine marklose Faser von *Petromyzon* mit Achsencylinder und der kerntragenden Hülle; *e*. marklose Fasern des Olfactorius vom Kalbe; *f*. *g*. *h*. feine Nervenfasern aus dem menschlichen Gehirn mit Achsencylindern; die Faser *g* (Kopie nach *Wagner*) wird oberwärts * zum Fortsatz einer Ganglienzelle.

Ebenso wenig ist die Frage beantwortet, ob an den zarten dunkelrandigen Nervenfasern von Gehirn und Rückenmark, welche nur über kürzere Strecken isolirbar sind, eine Hülle fehle oder sehr verdünnt sich erhalten habe.

Der Achsencylinder von *Purkinje* (das Primitivband von *Remak*[2])) ist bei seiner Zartheit und weichen Beschaffenheit in der frischen Nervenröhre nicht zu erkennen; ferner wird er an vielen geronnenen Nervenfasern ver-

misst, indem er wohl ebenfalls einer krümeligen Verwandlung anheimgefallen ist.

Er tritt aber (und wir legen darauf das grösste Gewicht) an der Ursprungsstelle (Fig. 226. *g**), sowie den Endzweigen der Nervenröhren, wo die Markmasse fehlt, uns deutlich entgegen. Ebenso sieht man ihn an manchen in gewöhnlicher Weise gerinnenden Nervenfasern als ein blasses, homogenes, bandartiges Gebilde, etwa von dem vierten bis dritten Theil und mehr des Faserdurchmessers, aus dem Schnittende hervorragen (Fig. 225. *a*. oben).

Vortrefflich aber eignen sich zu seiner Darstellung gewisse chemische Eingriffe[3]). Es gehören hierher einmal manche Substanzen, welche die Proteinkörper erfahrungsgemäss erhärten, ohne die Fette zu lösen oder erheblich zu verändern; so Chromsäure, chromsaures Kali, Quecksilberchlorid (Fig. 226. *b*). Dann qualifiziren sich Reagentien, welche das Fett, nicht aber die Albuminate lösen, wie Alkohol und Aether in der Siedhitze (*a*). Man gewinnt bald häufiger, bald seltener Anschauungen, wo der Achsencylinder aus dem Schnittende hervorragt, »wie der Docht aus einer Kerze«. Das beste Hülfsmittel zur Darstellung des fraglichen Gebildes ist aber das von *Pflüger*[4]) kürzlich empfohlene Kollodium. Hier tritt augenblicklich fast in jeder Nervenröhre durch die ganze Länge sich erstreckend und oft stark zur Seite geschoben der Achsencylinder hervor (*c*).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 391. — 2) Neben den Lehr- und Handbüchern vergl. man *Remak* in *Froriep's* Notizen 1837. No. 47, sowie *Purkinje* bei *Rosenthal, de formatione granulosa. Vratislaviae* 1839. S. 16. Diss. — 3) *Koelliker* a. a. O. S. 395 und *Lehmann's* phys. Chemie Bd. 3. S. 87. — 4) *Müller's* Archiv 1859. S. 132.

§. 185.

Was die feinen dunkelrandigen Nervenfasern betrifft (Fig. 224. *c*. *d*. *e*), so gelingt auch hier manchfach, wenn gleich schwieriger, die Demonstration der Primitivscheide. Gleichfalls erkennt man, namentlich an den Röhren von Gehirn und Rückenmark, den Achsencylinder (Fig. 226. *f*. *g*. *h*). Auffallend ist der Umstand, dass feine Nervenröhren nicht jene Neigung zu klumpiger und körniger Gerinnung besitzen, welche den breiten so allgemein und in so hohem Grade zukommt, dass sie vielmehr (mögen sie nun bei stärkerem Quermesser (Fig. 226. *f*) noch eine doppelte Kontour erkennen lassen oder als feinere (Fig. 224. *c*. *d*. *e*) einfach gerandet erscheinen) mehr glashell und durchsichtig bleiben.

Die feinen Nervenröhren zeigen uns in einem ihrer Dünne proportionalen Grade die Eigenthümlichkeit, durch Wassereinwirkung, Druck, Zerrung etc. Verschiebungen und Zusammenballungen des Marks zu erleiden, so dass eine knotige Röhre (Fig. 224. *c*. *d*. *e* und 226. *h*) die Folge

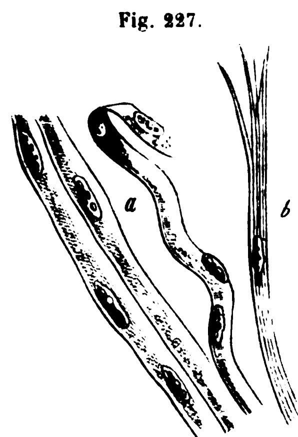
ist. Man bezeichnet diese knotigen Anschwellungen mit dem Namen der Varikositäten[1]). Sie sind, wir wiederholen es, nur Kunstprodukte, welche dem lebenden Körper abgehen.

Blasse marklose Nervenröhren bilden bei den Embryonen des Menschen und der Wirbelthiere die erste Erscheinungsform aller faserigen Elemente.

Bei dem Geschlechte Petromyzon, einem niedrig organisirten Fische, erhält sich diese marklose blasse Beschaffenheit der mit einem Achsencylinder versehenen Faser zeitlebens (Fig. 226. *d*). Aber auch im Körper der höheren Vertebraten und beim Menschen kann an einzelnen Körperstellen die Nervenröhre diese ursprüngliche fötale Beschaffenheit bewahren. So ist es am *Nervus olfactorius*, sobald er in das Geruchsorgan eingetreten ist (Fig. 226. *e*). An jener bringt man aus der kerntragenden Primitivscheide eine feinkörnige blasse Inhaltsmasse zum Ausfliessen.

Während für den Geruchsnerven hinsichtlich der Deutung jener Faserelemente kein Zweifel herrschen kann, wird es anders in den Bahnen und Ausbreitungen des Sympathicus. Hier tritt neben unzweifelhaften blassen Nervenfasern ein unentwickeltes Bindegewebe in Form blasser kerntragender Bänder auf, von einem so ähnlichen Ansehen, dass wir nicht unterscheiden können, welche der fraglichen Fasermassen dem Nerven- und welche dem Bindegewebe angehören.

Fig. 227.



Remak'sche Fasern des Kalbes (nach *Henle*). *a*. Einfache platte kerntragende Bänder; *b*. eine Faser nach oben in Fibrillen gespalten.

Fig. 228.



Ein sympathisches Nervenästchen des Säugethiers. Zwei dunkelrandige Nervenfasern *a* unter einem Ueberschuss der *Remak*'schen Formation *b*.

Es sind die sogenannten *Remak*'schen Fasern (Fig. 227 und 228), deren schon früher (§ 140) gedacht worden[2]).

Dass ein Theil der *Remak*'schen Elemente Bindegewebe, lehrt die Umhüllungsmasse mancher Ganglienzellen, welche in derartige Bänder sich fortsetzt (Fig. 229. *A*. *d*).

Andererseits (Fig. 228) ist in einzelnen Stämmchen des sympathischen Nervensystems die Menge dieser blassen Fasern (*b*) so gross und die Zahl der markhaltigen Röhren (*a*) eine so geringe, dass man kaum

eine so kolossale bindegewebige Umhüllung für so spärliche Nervenfasern annehmen kann.

In den Milznerven ausgewachsener Säugethiere hat man in interessanter Weise Stämmchen von 0,2''' Dicke getroffen, welche nur *Remak*'sche Fasern enthalten[3]).

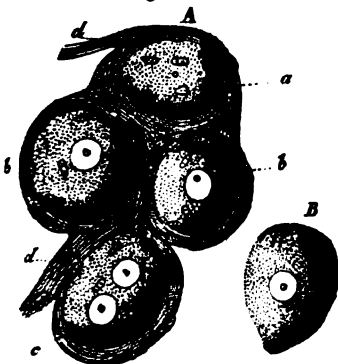
Die Frage, ob dieses verschiedenartige Ansehen der Nervenfasern differenten Funktionen oder Energieen entspreche, muss im Allgemeinen verneint werden. Die Nerven der willkürlichen Muskeln und der äusseren Haut haben beispielsweise die gleiche Faserformation. Allerdings ist das Ueberwiegen schmaler dunkler Röhren im Sympathicus eigenthümlich; aber auch im Gehirn und Rückenmark kommen diese im Ueberschuss vor. Blasse marklose kernführende Fasern zeigt, wie wir eben sahen, das sympathische Nervensystem, aber auch der Olfactorius. Ausserdem sind die Uebergangsformen breiter und schmaler Fasern zahlreich.

Anmerkung. 1) Die Varikositäten wurden zuerst durch *Ehrenberg* beschrieben in *Poggendorff*'s Annalen Bd. 28. S. 449. — 2) Man vergl. die dortigen literarischen Nachweise. — 3) *Ecker* im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 148. *Gerlach* l. c. S. 489.

§ 186.

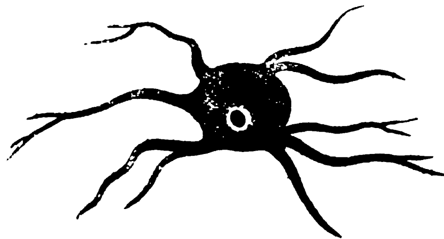
Auch die zelligen Elemente, die Ganglienkörper, erscheinen (mit Ausnahme von Gehirn und Rückenmark, wo die Grenzlinie

Fig. 229.



Ganglienzellen des Säugethiers; *A*. Zellen mit bindegewebiger Umhüllung, von der *Remak*'sche Fasern *d d* entspringen; *a*. eine kernlose, *b*. zwei einkernige und *c*. eine zweikernige Zelle; *B*. ein hüllenloser Ganglienkörper.

Fig. 230.



Multipolare Ganglienzelle aus der grauen Gehirnsubstanz des Menschen (Kopie nach *Ecker*).

schwierig zu ziehen ist) in sehr charakteristischem Ansehen. Man kann solche mit durchaus geschlossener Wand, ohne Fortsätze (Fig. 229) und solche mit Ausläufern (Fig. 230) unterscheiden. Erstere haben

die Benennung der apolaren, letztere nach der Zahl der Ausläufer, die der unipolaren, bipolaren und multipolaren Ganglienzellen erhalten.

Bei einem sehr wechselnden, von 0,04''' herab zu 0,02, 0,01—0,008''' und weniger betragenden Ausmaasse treffen wir einen kugligen, ovalen, birn- und nierenförmigen Zellenkörper. Er enthält einen vollkommen sphärischen zierlichen bläschenartigen Kern von 0,008—0,004''' mit einem runden matt erglänzenden Nucleolus von 0,00125—0,002'''. Nicht so gar sparsam ist das Kernkörperchen doppelt, jedoch nur selten der Kern. Der Nucleus der Ganglienzelle unterliegt übrigens der Einwirkung konzentrirter Essigsäure, abweichend von sonstigen Nuclearformationen, ziemlich bald.

Der Inhalt der Zelle ist eine zähe, teigartige Masse mit zahlreichen sehr feinen Molekülen eines Proteinkörpers, zu welchem noch in Alkohol und Aether sich lösende Fettmoleküle und gar nicht selten Körner eines gelblichen, braunen (Fig. 230) oder schwarzen Pigments (Fig. 232. 4) hinzu kommen. Letztere Massen widerstehen Alkalien lang.

Die Zellenmembran endlich erscheint als feine, in chemischer Beziehung wenig resistente Hülle. Ob sie den Ganglienkörpern von Gehirn und Rückenmark gänzlich oder als Regel abgehe steht noch anhin.

Die Ganglienzellen liegen in der grauen Masse der Centren in einem zarten unentwickelten Bindegewebe. In den peripherischen Knoten von Mensch und Säugethier werden sie allgemein von Hüllen eines nicht fibrillären kerntragenden Bindegewebes umgeben (Fig. 229. *A*), aus welchem sie häufig nur mit Verlust der Zellenmembran (*B*) isolirbar sind.

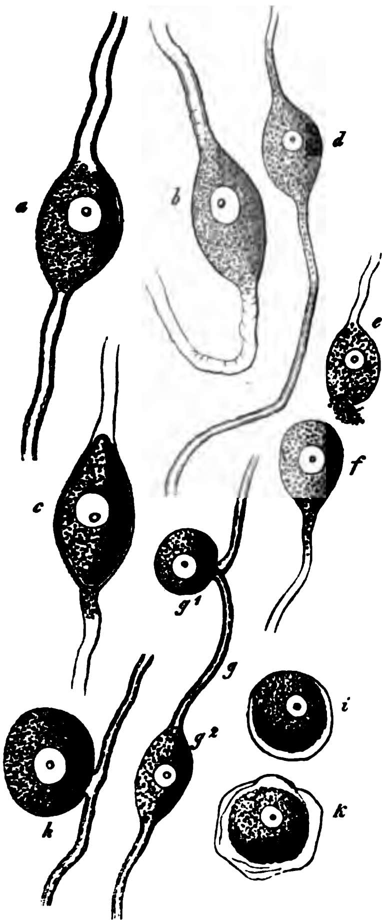
§. 187.

Die Fortsätze und Ausläufer der Ganglienkörper dienen theils zur Verbindung benachbarter Zellen (Kommissurfäden), theils sind sie Achsencylinder entspringender Nervenfasern. Zur Orientirung in diesen schwierigen Verhältnissen[1]) verdienen niedere Wirbelthiere, namentlich Fische, eine Empfehlung, bei welchen durch geringere Mengen umhüllenden Bindegewebes die Präparation leichter ist. In den Nervenknoten (Fig. 231) der Aalquappe (*Gadus lota*)[2]) bemerkt man Folgendes:

Ein Theil der Ganglienzellen ist entschieden apolar (*i. k*), indem keine Andeutung abgerissener Fortsätze zu gewinnen ist, die Zellenmembran vielmehr geschlossen erscheint und bei geeigneten endosmotischen Versuchen nach Verlust eines Theiles des wässerigen Inhaltes sich runzelt (*k*), um nachher wieder bei Wasserzusatz sich prall aufzublähen.

Andere Ganglienzellen, und sie gehören zur kleineren Form, sind unipolar, geben an dem einen Ende einen Fortsatz, welcher nach einigem Verlaufe ein dunkles markiges Ansehen gewinnt und zu einer schmalen Nervenfaser wird (*f*). Scheinbar unipolare Nervenzellen (*e*)

Fig. 231.



Nervenzellen aus den peripherischen Ganglien von *Gadus lota*. *a*. *b*. *c*. bipolare, in Verbindung mit breiten Nervenfasern; *d*. eine gleiche Zelle in schmale Nervenfasern ausgehend; *e*. eine ebenso beschaffene, deren eine Nervenfaser abgerissen ist; *f*. eine unipolare Zelle mit schmaler Nervenröhre; *g*. zwei bipolare Zellen (g^1. g^2) in eigenthümlicher Verbindung mit feineren Nervenröhren; *h*. eine andere bipolare Zelle; *i*. *k*. zwei apolare Ganglienzellen.

lassen manchfach das andere abgerissene Faserstück an der verstümmelten Hülle erkennen (*e*). Unipolaren, in breite Nervenröhren übergehenden Ganglienzellen begegnet man nicht[3]).

Häufige Vorkommnisse bilden bipolare Ganglienzellen. Kleinere stehen in Verbindung mit schmalen, grössere mit breiten Nervenfasern. Erstere (*d*) zeigen blasse Fäden von oft nicht unansehnlicher Länge, welche dann wie bei der unipolaren Zelle zur Nervenröhre sich umwandeln. Letztere (*a*. *b*. *c*) bieten den Faden dunkel, markig, bis ans Ende der Zelle herangehend dar (*a*). Die flüssigere ölartigere Natur der Nervensubstanz der Aalquappe, wie der Fische überhaupt, bringt Bilder herbei, wo die Primitivscheiden der beiden Nervenröhren leer geworden sind (*b*), bisweilen so, dass eine dünne Lage des Nervenmarks hereingedrängt zwischen Zellenmasse und Hülle des Ganglienkörpers zurückgeblieben ist (*c*).

Seltene Ausnahmefälle bilden ein bipolarer Ursprung, wie ihn *h* zeigt, oder ein Vorkommen zweier Ganglienzellen an einer und derselben Nervenröhre, wie *g* vorführt.

Dass die Zellenmembran dieser Ganglienkörper kontinuirlich zur Primitivscheide der Nervenröhre wird, lehren die bildlichen Darstellungen. Multipolare Ganglienzellen kommen in den peripherischen Knoten des Fisches nicht vor. Sehr selten schon sind solche mit 3 Fortsätzen (*Stannius*).

Die Erkennung der entsprechenden Strukturverhältnisse bei Mensch und Säugethier[4]) ist bei der grösseren Menge bindegewebiger Zwi-

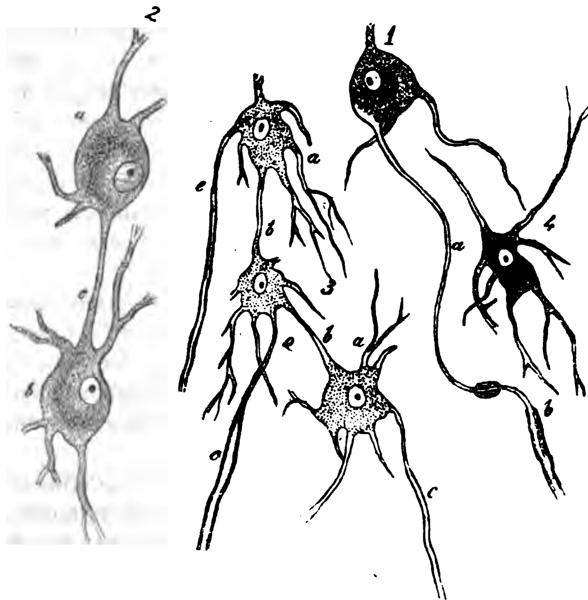
schensubstanz viel schwieriger und verstümmelte Ganglienzellen bilden sehr häufige Vorkommnisse.

Indessen kann auch hier bei vorurtheilsfreier Prüfung die Existenz apolarer, unipolarer und bipolarer Ganglienzellen nicht geläugnet werden, während man sich über die relative Häufigkeit oder Seltenheit der einen und anderen Zellenformation noch nicht im Klaren befindet.

Als den peripherischen ganglionären Massen, ebenso der Endausbreitung des Sehnerven in der Retina eigenthümlich, müssen die multipolaren Ganglienzellen festgehalten werden. Sie wurden von *Remak* für den Sympathicus entdeckt[5]).

Ebenso kommen, und zwar wie es den Anschein hat ausschliesslich, derartige multipolare Ganglienzellen in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark vor (Fig. 232) vor, indem fortsatzlose oder mit einem und zwei Ausläufern versehene nur verstümmelt sind (*Wagner*, *Schröder van der Kolk*[6])). Diese Zellen, welche entweder nur eine blasse Inhaltsmasse (2) oder bräunliche und schwarze (4) Pigmentkörperchen erkennen lassen, dagegen möglicherweise nur eine erhärtete Rindenlage anstatt einer Zellenmembram besitzen, zeigen eine sehr wechselnde Anzahl

Fig. 232.



Multipolare Ganglienzellen aus dem Gehirn des Menschen. 1. Eine Zelle, deren einer Fortsatz *a* zum Achsencylinder einer Nervenfaser *b* wird; 2. eine Zelle *a* mit der andern *b* durch eine Kommissur *c* verbunden; 3. Schema dreier Zellen *a*, durch Kommissuren *b* zusammenhängend und in Nervenfasern *c* ausgehend; 4. eine mit schwarzem Pigment erfüllte multipolare Zelle (theilweise nach *Wagner*).

der Ausläufer, von 4, 6 bis 12, 15, 20 und mehr (1—4). Sie erscheinen, theils als breite oder schmale Fortsetzungen der feinkörnigen Zellenmasse (2. *c*), theils homogen (1. *a*). Durch eine Reihe sich wiederholender Theilungen (4) zerspaltet sich ein Theil jener Ausläufer schliesslich zu Fädchen von bedeutender Feinheit. Früher glaubte man, dass diese Fortsätze einfach in das Nachbargewebe sich verlören. In der neueren Zeit jedoch hat man hierüber weitere interessante Aufschlüsse gewonnen, indem man einmal eine Anzahl dieser Ausläufer als Kommissuren (2. *c*. 3. *b*) die Ganglienzellen zu physiologischen Einheiten verbinden und daneben andere als Achsencylinder zu Nervenfasern werden sah (Fig. 232. 1. *a*. *b*. 3. *c*. und 226 *g* *). Der übrigen Fortsätze werden wir später beim Gehirn zu gedenken haben[7]).

Nach neueren Arbeiten entspringen mehrere, ja selbst entsprechend der Theilung der Ausläufer möglicherweise viele Nervenfasern von einer Zelle, Verhältnisse, welche ebenfalls im dritten Theile bei der Besprechung von Gehirn und Rückenmark zur Erörterung kommen sollen.

Es ist zur Zeit noch nicht möglich, die geschilderten Verschiedenheiten der Ganglienkörper irgendwie sicher mit differenten Funktionen in Einklang zu bringen.

Anmerkung: 1) Die älteren histologischen Arbeiten der 30er Jahre kannten nur apolare Ganglienzellen, welche damals nach der Annahme einer blossen Juxtaposition von Zelle und Faser zu »Belegungskörpern« wurden. Vergl. *Valentin*, *Nova acta Leopold. Vol.* 18. *P.* 1. S. 51. Zwar hatte schon 1838 *Purkinje* die Fortsätze der Ganglienzellen gesehen, aber ihre Bedeutung nicht erkannt (Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag im Jahre 1837). Nachdem für Wirbellose *Helmholtz* und *Will* einseitige Faserursprünge getroffen hatten, konstatirte sie *Koelliker* als der Erste für die Wirbelthiere (Die Selbstständigkeit und Abhängigkeit des sympathischen Nervensystems. Zürich 1844). Einen bedeutenden Fortschritt machte der Gegenstand im Jahre 1847 mit dem Nachweise bipolarer Zellen zunächst bei Fischen durch *Wagner* (Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigungen der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847, sowie Handw. d. Phys. Bd. 3. S. 360), *Robin* (Institut von 1847. No. 687 u. 699) und *Bidder* (Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig 1847). — Unter den sich zunächst anschliessenden Arbeiten vergl. man *Stannius*, das peripherische Nervensystem der Fische, Rostock 1849 und *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 135. — 2) Nach älteren, neuerdings revidirten Untersuchungen. — 3) *Küttner* (*de origine nervi sympathici ranarum. Dorpati* 1854. *Diss.*) statuirt für den Sympathicus des Frosches nur unipolare Zellen mit einem in zwei Nervenröhren sich zerspaltenden Fortsatze. — 4) Man s. die Arbeiten von *Wagner*, *Bidder*, *Koelliker*. — 5) Monatsberichte der Berliner Akademie von 1854. S. 26. Bestätigende Beboachtungen bei *Koelliker* (Handbuch, 3te Aufl. S. 344). Man vergl. auch *Leydig*'s Werk S. 172. — 6) *Wagner*'s Neurol. Untersuchungen. Göttingen 1854. S. 41 und 157; *Schröder van der Kolk*, *Anatomisch-physiol. onderzoek over het fijnere zamenstel in de werking van het ruggemerg. Amsterdam* 1854. — 7) Vergl. *Schilling*, *de medullae spinalis textura. Dorpati* 1852. *Diss.*; *Kupffer*, *de medullae spinalis in ranis textura. Dorpati* 1854. *Diss*; *Owsjannikow*, *disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura inprimis in piscibus facticatae. Dorpati* 1854. *Diss.*; *Metzler*, *de me-*

dullae spinalis avium textura. Dorpati 1855. *Diss.*; das Werk von *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks. Leipzig 1857 und *Jacubowitsch*, Mittheilungen über die feinere Struktur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857. Man s. auch *Gerlach*'s Mikroskopische Studien. Erlangen 1858.

§ 188.

Nach der Kenntniss der beiderlei Formelemente des Nervensystems wenden wir uns zur Erörterung ihrer allgemeinen Anordnung in den peripherischen Nervenapparaten.

Die Gehirn- und Rückenmarksnerven, durch ihre weisse Farbe von den mehr grauen und grauröthlichen des Sympathicus unterschieden, werden beim Austritte aus den Centren von einer zarten bindegewebigen Hülle umgeben, die dann beim Durchgange durch die *Dura mater* von letzterer weitere verstärkende Bindegewebebündel empfängt und zum Neurilem (§ 147) wird.

Nach innen erstreckt sich das Neurilem zwischen die Bündel der Nervenfasern, deren man, ähnlich wie beim Muskel, primäre und sekundäre unterscheiden kann und in denen die Nervenröhren schon so gruppirt liegen, wie sie später die Bahn verlassen sollen. Es bewahrt das Bindegewebe einmal noch den faserigen Charakter, namentlich um grössere Zusammenfassungen von Nervenröhren, während es um die primären Fascikel mehr als homogene kernführende Masse, sogenanntes Perineurium von *Robin*[1]), erscheint. Ein spärliches gestrecktes, aus feinen 0,0025''' messenden Röhren bestehendes Kapillarnetz durchzieht endlich den Nervenstamm.

Indem in der Nervenbahn die Primitivfasern unverändert neben einander herlaufen, ohne sich in ihrer Funktion zu bestimmen, sind alle die Aeste, Anastomosen und Geflechtbildungen für den Physiologen ziemlich gleichgültige Anordnungen[2]).

Bekanntlich findet als Regel eine spitzwinklige fortgehende Zerspaltung des Nervenstammes im Verlaufe zur Peripherie statt. Es verlassen hierbei bündelweise Primitivröhren den Stamm oder die bis dahin gemeinschaftliche Strasse, biegen seitlich ab, um getrennt ihren Weg zum Organe fortzusetzen. Die Energie der einzelnen Fasern wird hierdurch in keiner Weise bestimmt. Wohl aber kann ein aus empfindenden und bewegenden Faserbündeln gemischter Nerv durch die Astbildung wiederum eine Trennung der letzteren erleiden.

Die Anastomosen, für den Austausch verschiedener Fasergattungen mit einander von anatomischem Werthe, sind Vereinigungen zwischen benachbarten Nerven oder Nervenzweigen. Man kann einfache und doppelseitige Anastomosen unterscheiden. In dem ersteren Falle geht durch den verbindenden Zweig eine Anzahl Nervenröhren in einen andern Stamm, um in diesem seinen Weg fortzusetzen; im zweiten tauschen beide Nerven Fasermassen gegen einander aus.

In weiterem Verlaufe führt dieser Faseraustausch benachbarter Nerven zum Geflechte oder *Plexus*.

Verästelungen, Anastomosen und Plexusbildungen erhalten sich bis zu Stämmen von mikroskopischer Feinheit, bis in die Organe herein, wo die Nervenröhren endigen sollen. Gerade in letzteren, unmittelbar vor der terminalen Ausstrahlung, ist die Plexusbildung eine sehr allgemeine Anordnung. Aber auch hier ist nur ein Austauschen einzelner Primitivröhren in den höchst zarten Stämmchen zu konstatiren. Netzartige Verbindungen der einzelnen Nervenfasern mit einander sind zu bezweifeln.

In dem ganzen Verlaufe vom Centrum bis zu den peripherischen Ausbreitungen ändert die Nervenfasen ihren Charakter gar nicht und ihren Querdurchmesser nur wenig.

Mit der fortgehenden Verästelung eines Nervenstammes treten aber Veränderungen der neurilemmatischen Hülle ein. Diese nimmt vom Stamme zu den Zweigen an Stärke ab, erscheint bei feinen Aesten nicht mehr fibrillär, sondern nur streifig, um schliesslich an den Endzweigen zum Perineurium zu werden. Solches Neurilem in einfachster Form kann an Stämmchen vorkommen, welche nur noch ein Paar Primitivfasern umschliessen. Ja die einzelne Nervenröhre vermag über längere Strecken noch in einer derartigen Umhüllung durch das Gewebe zu verlaufen, bis sie endlich unter Verlust dieser zur Endigung gelangt. Doch werden diese Verhältnisse vielfach anders aufgefasst, indem man in jenem vereinfachten Neurilem eine dicke Primitivscheide erblickt (vergl. Fig. 89).

Auch die Stämme und Aestchen des Sympathicus verhalten sich im Wesentlichen gleich. Nur treten hier oftmals in grösster Menge die früher (§ 185) geschilderten *Remak*'schen Fasern auf.

Anmerkung: 1) *Archives génér. de Médecine* 1854. S. 323. — 2) Bei Fischen, nicht aber Säugethieren, begegnete *Stannius* in den Nervenstämmen häufigeren Theilungen der Primitivfasern (Archiv für physiol. Heilkunde 1850. S. 75).

§ 189.

Die Frage, wie die Nervenfasern an der Peripherie, in den Organen endigen, hat die Anatomen und Physiologen von jeher viel beschäftigt. Es versteht sich, dass eine ältere Epoche ohne die mikroskopische Analyse späterer Tage darüber nur zu Vermuthungen gelangen konnte. Man stellte sich in solcher Weise vor, dass die Nervenzweige in immer feinere Aeste zerfielen und dass die letzteren endlich mit dem Organgewebe eine Verschmelzung eingingen.

Mit Hülfe des Mikroskops gelang es in den 30er Jahren leicht, die fortgehende Zerspaltung der Nervenzweigchen bis zu den dünnsten Stämmen zu verfolgen, den Verlauf derselben durch das Gewebe hier und da zu erkennen, sowie die vorhin (§ 188) erwähnten feinsten Anastomosen und Plexusbildungen darzulegen.

Damals wollte eine Anzahl von Forschern und zwar in den verschiedensten Organen eine schlingenförmige Endigung gefunden haben. Zwei Nervenfasern sollten nämlich an der Peripherie in Gestalt eines bald steileren, bald weniger gekrümmten Bogens in einander übergehen oder — was im Grunde genommen nur ein anderer Ausdruck der angeblichen Beobachtung — es sollte eine Nervenröhre peripherisch umbiegend nach dem Centralorgane wieder zurück laufen, sei es in dem gleichen oder einem benachbarten Nervenstämmchen[1]). Die Theorie dieser Endschlingen, welche sowohl für motorische als sensible Fasern behauptet wurden, führte indessen zu grossen physiologischen Schwierigkeiten[2]).

Gegenwärtig, durch eine Reihe neuerer und viel gründlicherer Untersuchungen, sind jene Schlingen zwar als häufigere Vorkommnisse bei der peripherischen Ausstrahlung der Nerven konstatirt worden, zugleich aber hat es sich herausgestellt, dass ihnen keine terminale Bedeutung zukommt, indem die Nervenfaser in solchem bogigen Verlaufe noch nicht an das Ende ihrer Bahn gelangt ist. Die schlingenförmige Endigung der Nervenröhren ist demnach zur Stunde ziemlich allgemein aus der Gewebelehre verschwunden.

Nach dem gegenwärtigen Wissen[3]) enden die Nervenfasern marklos in der Gestalt des Achsencylinders. Sie laufen einmal frei aus, entweder unter vorhergegangener Theilung oder auch unverzweigt oder sie endigen in mikroskopischen Endkörperchen. Ersteres zeigen die motorischen, Letzteres theilweise die sensiblen Nervenröhren. Freilich sind wir über manche der hier vorkommenden Texturverhältnisse noch sehr im Dunkeln.

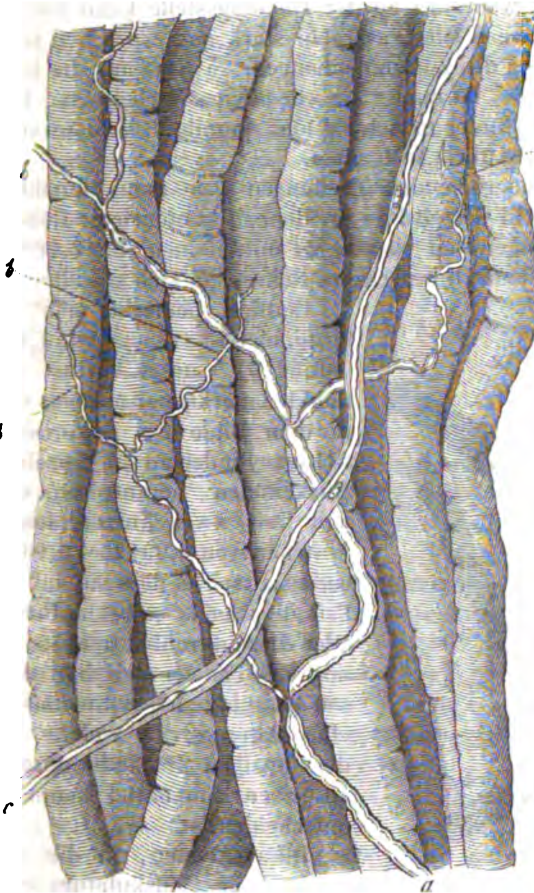
Anmerkung: 1) Die schlingenförmige Endigung der Nerven in zahlreichen Organen, wie den willkürlichen Muskeln, dem Zahnsäckchen, der Zunge, Haut, dem Auge und Gehörorgan, wurde durch die verschiedensten Forscher, wie *Valentin*, *Burdach*, *Gerber*, *Wagner* etc. behauptet. Man s. die Zusammenstellung der bis 1841 gemachten Beobachtungen bei *Henle* (Allg. Anat. S. 641). — 2) Vergl. *Volkmann*'s Artikel: »Nervenphysiologie« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 653. »In der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares und man möchte sagen Absurdes.« — 3) Die ersten genaueren Beobachtungen rühren von *Henle* und *Koelliker* für die *Pacini*'schen Körperchen (Ueber die *Pacini*'schen Körperchen des Menschen und der Thiere. Zürich 1844) her, sowie von *Müller* und *Brücke* für die Augenmuskelnerven (*Müller*'s Phys. Bd. 1. 4te Aufl. S. 524) und *Savi*, *Etudes anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille. Paris* 1844) für den Zitterrochen. — Der Zweck unserer Arbeit gestattet leider nicht auf die merkwürdigen Strukturverhältnisse der elektrischen Organe dieses und anderer Fische einzutreten.

§ 190.

Die Endigung motorischer Nerven in den quergestreiften Muskeln (Fig. 233), um deren Ermittelung sich *Wagner*[1]) Ver-

dienste erworben hat, geschieht, wo eine genauere Beobachtung möglich ist, unter vielfach sich wiederholenden Theilungen. Vermöge derselben kann von wenigen Primitivfasern aus eine grosse Zahl terminaler Endzweige gebildet werden [2]).

Fig. 233.



Endigung der Nerven in den willkürlichen Muskeln vom Frosche. Eine Nervenfaser *a* ohne Neurilem mit mehrfach sich wiederholender Theilung bis zu einigen feinen Endästen *b. b*, welche an oder in den Muskelfäden sich verlieren; *c.* eine Nervenfaser mit einem Neurilem einfachster Art ohne Theilung.

Untersucht man dünne durchsichtige Muskeln, so entdeckt man leicht die eingetretenen, bald mehr schief über, bald mehr den Fäden parallel laufenden Nervenstämmchen mit ihren zahlreichen Verästelungen und anastomotischen Verbindungen. Ebenso zeigen Mensch und Säugethier einen plexusartigen Austausch zwischen benachbarten Stämmchen.

Schon an der Aststelle letzerer, namentlich wenn sie zu einer bedeutenderen Feinheit und einem Gehalte von nur wenigen Primitivfasern herabgesunken sind, gewahrt man nicht selten, wie eine Nervenfaser plötzlich und zwar meistens unter einer Einschnürung in zwei oder auch wohl mehrere Aeste zerfällt, welche das gleiche markhaltige Ansehen der Stammfaser erkennen lassen und aus letzterer nach der Gestalt des ganzen Nervenastes bald spitzwinklig, bald stark divergirend hervorgehen. Doch sind hier leicht Täuschungen möglich.

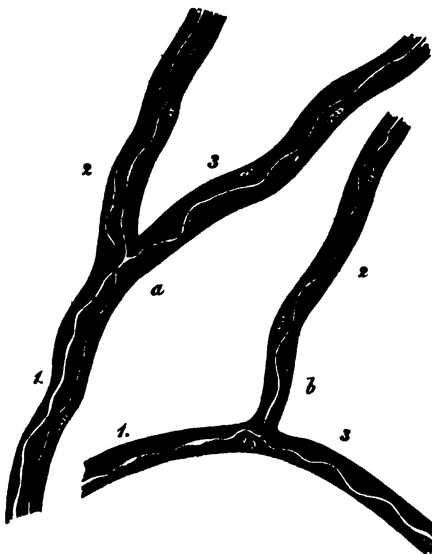
Da, wo jedoch in weiterem Verlaufe der Ramifikationen die Nervenfasern entweder nur noch vereinzelt oder in ganz geringer Anzahl beisammen liegend (sei es mit, sei es ohne Neurilem) den Muskel meist

schräg durchsetzen (Fig. 233. *a*), stellt sich die weitere Verästelung jener auf das Schärfste heraus.

Die gewöhnlichste Art der Verzweigung ist der Zerfall in zwei Aeste, selten in drei oder gar vier und mehr. Die Aeste selbst sind entweder von gleicher Breite oder einander ungleich (*a* unten und in der Mitte). Die Einschnürung der Nervenröhre an der Theilungsstelle kann fehlen, kann aber umgekehrt schwach oder auch sehr stark ausgesprochen sein. Eine vollständige Trennung des Zusammenhanges, so dass nur die leere Primitivscheide übrig bliebe, ist immer ein künstliches Verhältniss. Dagegen scheint der Achsencylinder manchmal hier unumhüllt vom Nervenmark als natürliche Bildung übrig zu bleiben.

In Folge der sich wiederholenden Theilungen sieht man allmählich die Nervenfasern, welche in Gestalt breiter, doppelt kontourirter Röhren von 0,00625—0,005''' eingetreten waren, zu mittelfeinen (bis 0,0025), sowie zu feinen und nur einfach begrenzten Röhren (*b*) sich gestalten.

Fig. 234.



Zwei schmale sich verzweigende Nervenfasern (*a*. *b*) aus dem Mesenterium des Frosches, umgeben von der dicken mit Kernen versehenen Hülle. Bei 1 die Stämme, bei 2 und 3 die Aeste.

Endlich bemerkt man die terminalen Endzweige von 0,002—0,00167''' unter Verlust des dunklen markigen Ansehens und in dem Bilde frei gewordener Achsencylinder an die einzelnen Muskelfäden herantreten und hier mit zwei kurzen feinen Aestchen von 0,00125—0,001''' endigen, sei es dass sie auf der Primitivscheide selbst aufhören oder diese durchbohrend im Innern des Fadens zwischen dessen Fleischtheilchen auslaufen; eine Alternative, welche bei dem jetzigen Zustande unserer optischen Hülfsmittel kaum zu entscheiden ist.

Die schmalen, in die unwillkürliche Muskulatur eintretenden Nervenfasern lassen sich in ihrer Endausbreitung viel weniger leicht erkennen. Theilungen kommen indessen auch hier vor, wie man sie z. B. im Magen beim Frosch und Kaninchen (*Ecker*[3]) getroffen hat, ebenso im Herzen der Amphibien[4]), in den zum Uterus laufenden Nerven der Nagethiere (*Kilian*[5])).

Im Mesenterium des Frosches (Fig. 234), in mässig mit Essigsäure aufgehellten Präparaten gelingt es, mehrere sich wiederholende dichoto-

mische Spaltungen zu beobachten, bis zuletzt die Aeste in die Wandungen der Theile eintreten und sich einer weiteren Beobachtung entziehen. Eine dicke kernführende Hülle umkleidet diese Nervenfasern.

Anmerkung: 1) *Wagner*, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Struktur der Ganglien. Leipzig 1847; Handw. d. Phys. Bd. 3. 1. S. 385 u. 462; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 240. — 2) So zählte *Reichert* (*Müller*'s Archiv 1851. S. 29) in einem dünnen Hautmuskel des Frosches (mit etwa 160 bis 180 Muskelfäden) 7 bis 10 eintretende Nervenröhren, welche durch die fortgehende Ramifikation schliesslich in 290 bis 340 Endäste ausliefen. Die betreffende Ausstrahlung und Endigungsweise der Nervenfaser zu beobachten, gelingt jedoch keineswegs überall gleich leicht. Während sich die Augenmuskeln von Fischen und Fröschen, ebenso manche dünne, platte Rumpfmuskeln letzterer Thiere vortrefflich hierzu qualifiziren, wird es bei Säugethier und Mensch sehr schwierig, nur kleine Bruchstücke dieses Endigens zu verfolgen. Indessen muss auch für letztere Geschöpfe eine wesentlich gleiche Textur, schon um physiologischer Gründe willen, festgehalten werden. Man vergl. auch *Wagner*'s Neurol. Untersuchungen S. 114. — 3) Handw. d. Phys. Bd. 3. 1. S. 462. — 4) S. bei *Wagner*, a. a. O. 145. — 5) *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift Bd. 8. S. 221.

§ 191.

Die Endigung der sensiblen Nerven (abgesehen von den höchst schwierigen und kontroversen Verhältnissen der höheren Sinnesorgane) geschieht bald mit freiem Auslaufen, bald in besonderen Terminalgebilden.

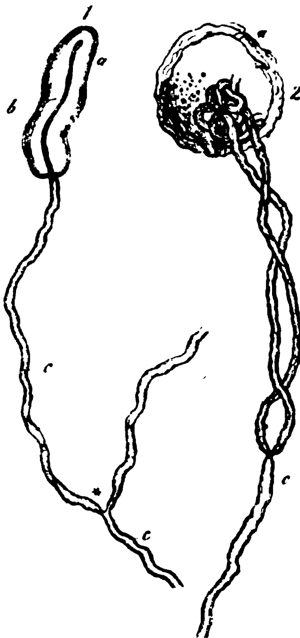
In ersterer Weise, ohne weitere anatomische Vorlage, enden die Nerven der Zahnpulpa[1]). Die in letztere (§ 163) eingetretenen Stämmchen zeigen Röhren von 0,00167 — 0,00300''', welche in paralleler Richtung gegen die Krone zu verlaufen, hier durch spitzwinklige Verästelung der Faserbündel ein gestrecktes Nervennetz bilden und endlich, dieses verlassend, wie man jetzt annimmt, frei und nur unter seltenen Theilungen in das Gewebe ausgehen (*Wagner*).

Auch in den Geschmackswärzchen der Zunge kommt nach dem letztgenannten Beobachter eine schlingenförmige Endigung nicht vor. Die Nerven sollen in Form blasser Ausläufer sich verlieren[2]).

Die zur Zeit bekannten anatomischen Vorlagen sensibler Nerven sind die *Pacini*'schen Körperchen, die *Wagner-Meissner*'schen Tastkörperchen und die *Krause*'schen Endkolben. Erstere, die älteste Entdeckung, zeigen den komplizirtesten, letztere, der jüngste Fund, den einfachsten Bau.

Die Endkolben[3]) oder *Krause*'schen Körperchen (Fig. 235) kommen an den sensiblen Nerven der Mukosen, wie der äusseren Haut vor. Man kennt sie von der *Conjunctiva bulbi*, von der Schleimhaut am Grunde der Zunge, von den schwammförmigen Papillen letzterer, vom weichen Gaumen und der *Glans penis* und *clitoridis*. In der äusseren Haut des Rumpfes traf man sie bei der Maus; an der Volarfläche der Zehen der

Fig. 235.



Endkolben. 1 Aus der Conjunctiva des Kalbes, 2 aus der des Menschen. *a* Endkolben; *c* Nervenfaser, in 1 als Achsencylinder *b* endigend (theilweise nach *Krause*).

vier Gliedmaassen kommen sie beim Meerschweinchen vor. Sonst sind die Erscheinungen beim Säugethier den unserigen ähnlich.

Die Form des Kolbens ist beim Säugethier (1. *a*) länglich oval, in der Länge 0,03333 — 0,0625‴, in der Breite etwa den vierten Theil betragend, beim Menschen (2. *a*) eine mehr rundliche von 0,01429, 0,02, 0,03333‴ Grösse. Einzelne Körperchen erreichen ein noch weit ansehnlicheres Ausmaass.

Der Kolben besteht aus einer wasserhellen, kernführenden Hülle, welche einen weichen, homogenen, matt glänzenden Inhalt beherbergt.

Die zum *Krause*'schen Körperchen tretenden Nerven (*c*) erleiden eine bald beträchtlichere, bald geringere Ramifikation (1*. 2). Es können auf diese Weise von dem Astsysteme einer Primitivfaser aus 6 — 10 Endkolben versorgt werden. Eingetreten in den Kolben verschmälert sich die bis dahin mittelfeine Primitivfaser unmittelbar noch mehr, um dann zum blassen, marklosen Endfaden oder dem terminalen Achsencylinder zu werden (1. *b*). Dieser ist 0,00167 — 0,00125‴ dick, läuft durch die Achse des Gebildes und findet gegen den oberen Pol mit einer leichten, bis 0,0025‴ messenden knopfartigen Anschwellung sein Ende.

Die Endkolben der menschlichen Conjunctiva (2) zeigen häufig starke Schlängelungen und Windungen der eintretenden oder schon eingetretenen Primitivröhren, welche namentlich noch im Innern des Kolbens bis zum förmlichen Knäuel sich steigern können[4]. Vor dem Eintreten oder im Körperchen selbst vermag noch eine Spaltung zu erfolgen.

Die Menge unserer Gebilde scheint ziemlich zu wechseln. *Krause* gewann für 1 □‴ Conjunctiva beim Kalbe 13 Endkolben.

Anmerkung: 1) Vergl. *Gerlach*'s Handbuch, 2te Aufl. S. 176 u. 457 und *Wagner*'s Neurol. Untersuchungen S. 142, sowie *Koelliker*'s Handbuch 3te Aufl. S. 392. — 2) *Gerlach* a. a. O. S. 294; *Wagner* l. c. S. 142 und *Koelliker* S. 367. Nach der Entdeckung *Krause*'s ist der grössere Theil dieser freien Endigungen einer Revision bedürfend. — 3) S. dessen Arbeit in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 5. S. 28. Für die Conjunctiva des Kalbes kann ich das schwer zu untersuchende Strukturverhältniss bestätigen. — 4) Starke Verknäuelungen von Nervenfasern der

menschlichen Conjunctiva beschrieb schon vor Jahren *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 31. Man s. auch *Krause* in der bei 3 citirten Zeitschrift. N. F. Bd. 4. S. 338.

§ 192.

Gewissermaassen eine weiter entwickelte Modifikation der *Krause*'schen Endkolben stellen die Tastkörperchen der äusseren Haut dar[1]).

Fig. 236.



Drei Gruppen von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vetikalschnitt, theils Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend (Kopie nach *Ecker*).

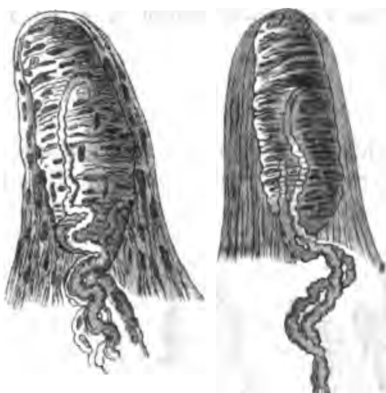
Aus den Nervengeflechten letzterer gelangen aufsteigend die Primitivfasern gegen die Basis der sogenannten Gefühlswärzchen (§ 147) theils schon ganz vereinzelt, theils noch in mikroskopisch dünnen Stämmchen zusammenliegend. Hier kommen spitzwinklige Theilungen der Nervenröhren häufiger vor.

Ihre Endigungsweise in dem grösseren Theile der Körperoberfläche ist noch nicht bekannt; wohl aber in der Volarfläche der Finger und Zehen mit der Hohlhand und Fusssohle, sowie an der Ferse. Die Menge der hier vorkommenden Tastkörperchen ist an der Beugefläche des letzten Fingerglieds am stärksten, nimmt dann über das zweite und erste Glied herunter ab. Noch sparsamer erscheinen unsere Gebilde in der Hohlhand selbst. So erhielt *Meissner* am letzten Fingergliede für die □''' unter 400 Papillen 108 mit Tastkörperchen, während letztere am zweiten Gliede nur 40, am ersten 15 und in der Hohlhand 8 betrugen. Auch am letzten Zehengliede ist ihre Zahl am beträchtlichsten. Doch steht der Fuss der Hand beträchtlich nach. Bisweilen kommen spärliche Tastkörperchen an Hand- und Fussrücken vor Andere Lokalitäten erscheinen zweifelhaft. Unter den Säugethieren hat sie bisher allein der Affe erkennen lassen (*Meissner*).

Grösse und Form wechseln ziemlich. In der *Vola manus* messen sie 0,05''' und mehr bei einer Breite von 0,02—0,025'''. Kleinere erreichen nur 0,02—0,01667'''. Im Allgemeinen verbindet sich das grössere Ausmaass mit ovaler, das kleinere mit rundlicherer Gestalt.

Das Gebilde liegt im Achsentheile der oberen Partie der Gefühlswärzchen; bei den zusammengesetzten Papillen auch wohl seitlich. Nur letztere können ausnahmsweise zugleich eine Gefässschlinge führen

Fig. 237.



Zwei menschliche Tastwärzchen aus der Haut der Volarfläche des Zeigefingers. Im Innern der Papille der Tastkörper, in dessen Gewebe die Nervenfasern eintreten (Kopie nach *Ecker*).

(Fig. 236 in der Mitte eine Zwillingspapille). Sonst bleiben die Papillen mit Tastkörperchen gefässlos.

Die Textur[2]) des Tastkörperchens zeigt eine aus unentwickeltem Bindegewebe bestehende Kapsel, d. h. eine homogene Masse mit zahlreichen queren, auch wohl schief gestellten länglichen Kernen und spindelförmigen Bindegewebskörperchen und, wie namentlich der Querschnitt lehrt, einen von der Hülle umschlossenen weichen, feingranulirten Inhalt.

Die Nervenfasern (Fig. 237) treten einfach, meistens doppelt, bisweilen auch zu drei und vier an unser Gebilde heran, umgeben von einfachem Neurilem (Fig. 237 links), welches kontinuirlich in die Kapsel übergeht. Sie sind dunkel gerandet, 0,002‴ und weniger breit und senken sich theils an der Basis des Tastkörperchens, theils auch mehr an dessen Seite ein.

Die Endigung derselben[3]) ist sehr schwierig zu ermitteln. Die Endschlingen mancher Forscher stimmen schon mit den einfach oder dreifach in das Körperchen tretenden Nervenfasern nicht überein. Zuweilen findet sich eine eigenthümliche schleifenartige Umwicklung des Tastkörperchens durch die Nervenröhren oder dieselben laufen eine kürzere oder längere Strecke weit mehr gerade über demselben hin. Schliesslich aber dürften sie alle in das Innere treten (wofür auch *Gerlach* neuerdings Beweise brachte) und hier, bisweilen unter Bildung neuer markhaltiger Aeste, endlich zu blassen, marklosen Endfäden ausstrahlen, so dass das Verhalten des *Krause*'schen Endkolbens sich hier wiederholte.

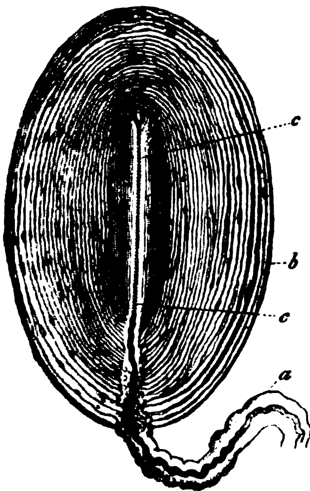
Anmerkung: 1) Man vergl. *Wagner* und *Meissner* in den Göttinger gel. Anz. 1852. S. 17; *Wagner* in *Müller*'s Archiv 1852. S. 497; *Gerlach*, Illustrirte mediz. Zeitung 1852. Bd. 2. S. 87; *Nuhn* ebendaselbst S. 80; *Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853; *Ecker* in den *Icon. physiol.* Tafel 17 u. Text; *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 4. S. 43 und Bd. 8. S. 311, sowie Handbuch, 3te Aufl. S. 106; *Leydig* in *Müller*'s Archiv 1856. S. 150 und Lehrbuch S. 68; *Gerlach*'s Handbuch, 2te Aufl. S. 528 und Mikroskopische Studien S. 39, sowie *Krause*'s Arbeit über die Endkolben. — 2) Auch über diesen Gegenstand herrschen manchfache Kontroversen. So behauptete *Koelliker*, das Tastkörperchen, von dem Gewebe der Papille nicht wesentlich verschieden, bestehe aus homogenem Bindegewebe, welches von querlaufenden, zum elastischen Gewebe gehörenden Zellen umlagert werde. Nach *Gerlach* sollten die Achsentheile der Papillen von den an sie herangetretenen Nervenfasern in dichten spiraligen Touren umsponnen werden und so das Tastkörperchen, eine Art Nervenknauel, herauskommen. Nach *Meissner*

(dem sich *Funke*, Physiologie 2te Aufl. Bd. 2. S. 14 anschliesst) sind die Quer- und Schieflinien der Tastkörperchen der optische Ausdruk so verlaufender Fasern und diese selbst nervöser Natur, indem sie aus der büschelförmigen Endausbreitung der herangetretenen Röhren entstehen. Auch andere Forscher haben sich für die nervöse Natur der Tastkörperchen erklärt. — 3) Für das Vorkommen von Nervenschlingen der Tastkörperchen sprechen sich aus *Koelliker*, *Nuhn* und neuerdings *Gerlach* (Mikroskopische Studien S. 39), nachdem er seine frühere Anschauung als falsch erkannt hatte. Gegen Terminalschlingen treten mit allem Rechte *Wagner*, *Meissner*, *Ecker* und Andere auf.

§ 193.

Die *Pacini*'schen Körperchen[1]) endlich können einem von concentrischen bindegewebigen Kapseln umhüllten Endkolben verglichen werden.

Fig. 238.



Pacini'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze. *a* Nerv mit Neurilem, den Stiel bildend; *b* die Kapselsysteme; *c* der Achsenkanal, in dem getheilt die Nervenröhre endigt (Kopie nach *Ecker*).

Dieselben (Fig. 238) erscheinen als 0,5 —1‴ und mehr messende elliptische Gebilde, bald breiter, bald schmäler. Dem unbewaffneten Auge erscheinen sie prall, halbdurchsichtig mit weissem Achsenstreifen. Sie kommen beim Menschen vor an den Hautnerven der Handfläche und Fusssohle, namentlich an den Nerven der Finger und Zehen, und ganz besonders am letzten Gliede derselben; ebenso in dem Plexus des sympathischen Nervensystems vor und neben der *Aorta abdominalis*. Anderwärts treten sie nur zufällig auf. Auch bei Säugethieren begegnet man ihnen besonders an den Fusssohlen. Ausserordentlich schön, bald häufiger, bald sparsamer, erscheinen sie im Mesenterium der Katze. Neben den Säugethieren besitzen, allerdings modifizirt, die Vögel[2]) das *Pacini*'sche Körperchen.

Man hat die Menge derselben für die vier Gliedmaassen des Menschen zu 600 —1400 getroffen.

Schon früher (S. 277) gedachten wir der zahlreichen übereinander gebetteten bindegewebigen Kapselmembranen (*b*). Sie werden von einem spärlichen Gefässnetz durchzogen, stehen in den Aussentheilen weiter von einander entfernt und laufen der Krümmung des ganzen Körperchens entsprechend. Die inneren rücken näher zusammen und umgeben weniger gewölbt den die Achse durchziehenden Kanal, dessen Wand von der innersten Kapselmembran hergestellt wird.

Der Achsenkanal (*c*) ist nach oben geschlossen und von einer fast homogenen, nur leicht staubartig getrübten Masse erfüllt. Nach dem unteren Pole setzt sich seine Wand gleich den Kapseln in einen Stiel (*a*) fort, an welchem das *Pacini*'sche Körperchen wie eine Beere befestigt ist.

Dieser besteht aus gewöhnlichem längslaufenden Bindegewebe und bildet das Neurilem der in das Gebilde eintretenden und hier endigenden Nervenfaser.

Letztere hat eine Stärke von 0,00625—0,005''' und weniger, sowie das gewöhnliche markige Ansehen. In solcher Weise erreicht sie das Körperchen, tritt am unteren Pole ein, um in den centralen Kanal zu gelangen, dessen Achse sie einnimmt. Beim Uebertritt in diesen Achsengang verliert sie, ebenso wie es am *Krause*'schen Endkolben vorkommt, die dunklen Ränder, um unter bedeutender Verschmälerung als blasser Terminalfaden auszulaufen. Dieser durchsetzt den ganzen Kanal und endigt an dessen Dach (*c*. oben) mit einer leichten knopfartigen Anschwellung.

Theilungen der Nervenfaser schon vor dem Eintritt können vorkommen; ebenso sieht man nicht selten den blassen Endfaden in zwei oder drei Aeste sich trennen, Spaltungen, an welchen auch der Achsenkanal Antheil nehmen kann.

Höchst selten treten zwei Nervenfasern in das gleiche Körperchen ein, um hier im einfachen Achsenkanal getheilt oder ungetheilt zu endigen (*Koelliker*[3]).

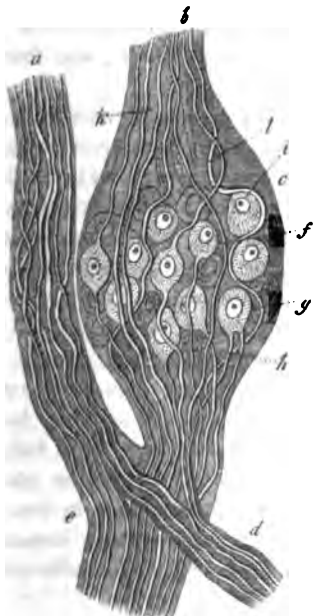
Andere der zahlreichen Variationen müssen hier übergangen werden. Dass die *Pacini*'schen Körperchen als sensible Nervenapparate zu betrachten, dürfte nach den Entdeckungen von *Wagner*, *Meissner* und *Krause* wohl keinem ernstlichen Zweifel mehr unterliegen.

Anmerkung: 1) Diese sonderbaren und noch vielfach unerklärlichen Apparate hatte bereits die alte Anatomie gekannt, aber wenig beachtet. Schon der alte deutsche Anatom *Vater* hat vor mehr als 100 Jahren gesehen, dass die Hautnerven der Handfläche und Fusssohle beim Menschen nicht selten mit kleinen ovalen Anschwellungen besetzt sind, welche er *Papillae nerveae* nannte. (*Lehmann*, *de consensu partium corporis humani. Vitembergae* 1741.) Später, in den 30er Jahren, nachdem sie ganz in Vergessenheit gerathen waren, wurden unsere Gebilde auf's Neue entdeckt durch *Pacini* von Pistoja und auch fast gleichzeitig in Frankreich beobachtet. Am meisten bekannt wurden sie aber durch die im Jahre 1844 erschienene Monographie von *Henle* und *Koelliker* (Ueber die *Pacini*'schen Körperchen an den Nerven des Menschen und der Säugethiere. Zürich). Die beiden Anatomen gaben, ohne Ahnung der *Vater*'schen Entdeckung, den Körperchen den Namen der *Pacini*'schen. Aus der sich anreihenden reichen Literatur seien noch erwähnt: *Herbst*, die *Pacini*'schen Körperchen und ihre Bedeutung. Göttingen 1847; *Strahl* in *Müller*'s Archiv 1848. S. 164; *Will* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 4. S. 213; *Leydig* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 5. S. 75 und *Koelliker* ebendaselbst S. 118. — 2) Die von *Leydig* (a. a. O.) genau untersuchten Körperchen der Vögel (welche aber in ihrem Achsentheile kaum richtig gedeutet sind) stehen in einem vereinfachten Baue den von *Krause* entdeckten Gebilden näher als die des Menschen. — 3) *Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift Bd. 5. S. 119.

§ 194.

Der Bau der Ganglien[1]) bildet einen höchst schwierigen und vielfach kontroversen Abschnitt der Nervenhistologie. — Ueber die Verhältnisse der Nervenfasern zu den Zellen herrschen schon für den Körper der Fische, wo die Untersuchung am leichtesten gelingt, sehr beträchtliche Verschiedenheiten der Meinungen. Noch in weit stärkerem Grade ist dieses für die höheren Wirbelthiere mit dem Menschen der Fall, wo die Gewinnung brauchbarer sicherer Einzelansichten eine sehr schwierige wird. Es muss überdies, da wir die physiologische Tragweite der Verknüpfung von Nervenfasern und Zellen noch nicht sicher zu beurtheilen vermögen, misslich erscheinen, der Analogie hier eine allzugrosse Ausdehnung zu geben und die für Fische gefundenen Organisationsverhältnisse geradezu auf den menschlichen Körper zu übertragen. Es ist auf der anderen Seite aber nicht minder bedenklich, Einzelwahrnehmungen, welche man bei Mensch und Säugethier mühsam und spärlich gemacht hat, ohne Weiteres zu generalisiren und Organisationspläne der Nervenknoten mit kühnen Strichen zu entwerfen, welche zwar durch eine angebliche physiologische Verständlichkeit blenden, in der Folge jedoch als sehr unwahre erkannt werden könnten.

Fig. 239.



Ein Spinalknoten des Säugethiers c, schematisch gehalten. *a* Vordere (motorische), *b* hintere (sensible) Wurzel; *d. e* austretende Nervenstämme; *k* durchtretende, *l* umspinnende Fasern; *f* unipolare, *g* u. *h* bipolare, *i* apolare Ganglienzellen.

Untersucht man in erster oberflächlicher Beobachtung einen Nervenknoten, so sieht man als Hülle einen verschieden dicken bindegewebigen Ueberzug, ein modifizirtes Neurilem, welches theils aus fibrillärem Bindegewebe allein, theils aus ihm und der *Remak*'schen Faserformation besteht. Diese bindegewebige Masse, welche zugleich Trägerin der Blutgefässe des Ganglion ist, durchzieht auch das Innere des Knotens. Letzterer wird vorzüglich von den in dichter und gedrängter Stellung vorkommenden Ganglienzellen gebildet.

Der oder die in den Knoten eintretenden Nervenstämme (Fig. 239. *b*) theilen sich in diesem in Faserbündel von verschiedenem Verhalten. Ein Theil derselben geht nämlich ziemlich gestreckt oder doch ohne grössere Exkur-

sionen durch jenen hindurch (*k*), während eine andere Partie sich in Primitivfasern auflöst (*l*), welche dann bogenförmig in allen möglichen Richtungen, zwischen und um die Ganglienzellen sich windend, ihren Verlauf durch den Knoten fortsetzen. Schliesslich vereinigen sie sich wieder in Faserbündel, welche sich mit denjenigen verbinden, die in gerader Richtung hindurch traten und aus beiderlei Nervenbündeln setzen sich der oder die austretenden Stämme zusammen (*d.e*).

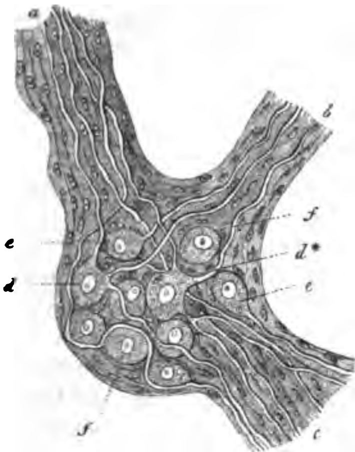
Hiernach hatte man die in ein Ganglion sich einsenkenden Nervenfasern in durchsetzende und umspinnende getheilt, Benennungen, welche man heutigen Tages noch als passende festhalten kann. Doch existiren natürlich eine Menge von Uebergängen zwischen jenen doppelten Verlaufsarten.

Eine frühere Epoche nahm, wie wir sahen, für Nervenfaser und Zelle im Ganglion nur das Verhältniss einfacher Nebeneinanderlagerung an. Diese Vorstellung konnte indessen den Anforderungen des Physiologen ebenso wenig genügen, als die angebliche Schlingenbildung der Nervenfasern[2]). Die Entdeckung der Faserursprünge machte ihr ein Ende.

Halten wir uns zunächst an die Spinalknoten (Fig. 239), so hatten für die Fische eine Anzahl von Forschern[3]) das merkwürdige Verhältniss gefunden, dass alle Nervenfasern der in den Knoten eintretenden hinteren Wurzel in ihrem Verlaufe durch eine Zelle unterbrochen sind, die breiteren Fasern durch eine im Allgemeinen grössere, die feineren durch eine kleinere.

Die nämlichen Nervenknoten des Säugethiers und Menschen zeigen uns, aber nur mühsam und vereinzelt, die gleichen bipolaren Ganglienzellen (*h*). Ihre Fortsätze mögen theils die entgegengesetzte Richtung wie bei Fischen einhalten, theils beide nach abwärts peripherisch weiter gehen (*g*). Häufiger begegnet man hier Nervenzellen, welche unipolar nur einen Fortsatz peripherisch abschicken (*f*), der nach *Remak*'s Beobachtungen durch Theilung zu zwei Nervenfasern werden kann. Endlich (und gerade bei den Spinalknoten kleiner Säugethiere bieten sich oft sehr bezeichnende Bilder dar) kommen einzelne apolare Ganglienzellen (*i*) vor, an denen eine Verbindung mit Nervenfasern nicht zu demonstriren ist. Dass Anschauungen der zweiten und letzten Art ihr Missliches haben, indem verstümmelte bipolare Zellen das nämliche Bild gewähren müssen, geben wir gerne zu, ebenso dass wir mit jenen apolaren Zellen physiologisch nichts anfangen können. Dass endlich ein Theil der in den Spinalknoten eingetretenen Nervenröhren (ob viele oder wenige lassen wir dahin gestellt sein) diesen nur durchlaufen, ohne mit einer Zelle sich zu verbinden, scheint unläugbar.

An den Nervenknoten des Sympathicus (Fig. 240) erscheinen die Ganglienzellen (*d e f*) in der Regel etwas kleiner, ohne dass man jedoch, wie wir glauben, darauf hin berechtigt wäre, dieselben als sympathische Zellen von den grösseren, den cerebrospinalen, zu unterscheiden[4]).



Ein sympathisches Ganglion des Säugethiers, schematisirt. *a. b. c* Die Nervenstämme; *d* multipolare Zellen (*d** eine mit sich theilender Nervenfaser); *e* unipolare; *f* apolare.

Die Nervenfasern sind theils spärlich breitere, theils und in sehr beträchtlicher Menge feine Röhren (*a b c*). Daneben findet sich sowohl in den sympathischen Nervenknoten, wie den Stämmen (und zuweilen in sehr ansehnlicher Quantität) die gemischte Gesellschaft der *Remak*'schen Faserformation.

Was endlich das Verhältniss beiderlei Formelemente des sympathischen Nervenknotens zu einander betrifft, so begegnet man einmal apolaren Ganglienzellen (*f*). Ob ihre Menge eine grosse, ist nicht zu entscheiden. Ihre Existenz überhaupt aber kann nicht wohl von einer unbefangenen vorurtheilsfreien Beobachtung bezweifelt werden. Ferner erscheinen unipolare Zellen (*e*), eine feine, peripherisch sich verbreitende Nervenfaser entspringen lassend. Ebenso erhält man bipolare Ganglienkörper deren zwei Nervenröhren theils einander entgegengesetzt, theils nach derselben Richtung verlaufen[5]. — Es ist eins der vielen Verdienste *Remak*'s[6]), die Existenz einer vierten Form der Ganglienzelle, der multipolaren, für den Sympathicus dargethan zu haben. Dieselbe (*d*) zeigt zwischen 3—12 Fortsätze, die aber durch baldige Ramifikationen (*d**) auf das Dreifache steigen können. Sie richtet sich nach der Zahl der mit einem sympathischen Knoten zusammenhängenden Nervenstämme, in welche die zu Nervenröhren umgewandelten Ausläufer sich erstrecken und ist so im Sonnengeflecht grösser als an den Ganglien des Grenzstranges. Auch die Ausläufer unipolarer und bipolarer Zellen sympathischer Ganglien sollen sich nach diesem Forscher theilen.

Anmerkung: 1) Ueber die Ganglien vergl. man die früher citirte Arbeit von *Valentin* in den Leopold. Verhandlungen, sowie die Lehrbücher der damaligen Epoche. — 2) »Die Vorstellung von einem blossen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfäden als Belegungsmassen ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tieferen Zusammenhang.« (*J. Müller* in der Physiologie Bd. 1. S. 528, 4te Aufl.) — 3) Nämlich *Wagner, Robin, Bidder* (s. oben § 187). — 4) So *Robin* (s. den bei 3 citirten §). — 5) Man vergl. *Wagner* in den Neurologischen Untersuchungen, ferner *Koelliker* in der Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 504 u. 522; Handbuch, 3te Aufl. S. 327 u. 337. Nach demjenigen, was ich an Autopsie über diese Materie besitze, hat der letztere Beobachter die Verhältnisse am unbefangensten, freilich auch gegenüber dem Drängen nach physiologischem Verständnisse am unbefriedigendsten erfasst, während Andere, wie *Wagner* und namentlich *Leydig* (Histologie S. 171) dem Vorwurfe eines bedenklichen Generalisirens anheimfallen. —

6) Vergl. Monatsberichte der Berliner Akademie 1854. S. 26. Derselbe, welcher, abgesehen von den Ganglien des Kopfes, dem Sympathicus nur multipolare Zellen zuschreibt (worin er sicher viel zu weit geht) entwarf, auf seinen anatomischen Fund gestützt, eine eigenthümliche Anordnungsweise der sympathischen Zellen und Nervenröhren.

§ 195.

Die chemischen Verhältnisse des Nervengewebes[1]) sind ungenügend bekannt. Schuld trägt einmal die anatomische Anordnung, indem gerade die massenhaftesten (und desshalb von der Chemie vorzugsweise untersuchten) Nervenapparate, wie Rückenmark und besonders Gehirn eine verwickelte Struktur besitzen, so dass neben der bindegewebigen Grundlage Nervenröhren und Ganglienzellen vorkommen, welche nicht getrennt werden können. Andererseits sind schon die Eiweisskörper der Nervenapparate wenig erforscht und dann bilden die Fettsubstanzen des Gewebes, wie bereits der allgemeine Theil gelehrt hat, einen der dunkelsten Abschnitte der heutigen Zoochemie.

Aus der anatomischen Untersuchung hatte sich ergeben, dass eiweissartige Stoffe die verschiedenen Theile der Ganglienzelle herstellen, in derem Inhalte Fettmoleküle und Pigmentkörner vorhanden sein können (§ 186).

Ebenso erfuhren wir (§ 184), dass die Nervenfasern eine aus elastischer oder einer nahe kommenden Substanz gebildete Primitivscheide führt, während der Achsencylinder wesentlich aus einem Körper der Proteingruppe und die Markmasse vorzugsweise aus Fetten besteht.

Das chemische Wissen vom Nervengewebe ist besonders an der Gehirnsubstanz gewonnen worden. Die graue Substanz zeigt nach *Sankey* ein spezifisches Gewicht von 1035[2]), die weisse von 1041. Nach einigen Versuchen scheint die Hirnsubstanz ein beträchtliches Imbibitionsvermögen für Wasser zu besitzen.

Der Wassergehalt des Nervengewebes[3]) unterliegt beträchtlichen Schwankungen. In manchen Fällen ein mässiger, steigt er in andern auf eine sehr beträchtliche Ziffer an. Der Wassergehalt peripherischer Nerven wird von 70—78, ja 80 % angegeben (*Schlossberger*). Der des Gehirns liegt für die weisse Substanz zwischen 69,64—70,68, für die graue zwischen 84,84—86,64, so dass mithin die graue Substanz beträchtlich wasserreicher ausfällt. Beim Neugeborenen ist die Gehirnmasse noch ärmer an festen Bestandtheilen. Geringer scheint die Wassermenge des menschlichen Rückenmarks. Es versteht sich im Uebrigen von selbst, dass dieses Wasser auf Gewebe und durchtränkende Ernährungsflüssigkeit zu vertheilen ist.

Die Nervenmasse besteht aus einem oder mehreren eiweissartigen Körpern, aus Fetten, fettartigen Substanzen und damit früher zusammengeworfenen Materien, sowie aus Mineralbestandtheilen.

Was die eiweissartigen Körper betrifft, so befinden wir uns hier

noch mehr als anderwärts im Dunkeln. Die geringe Kenntniss von der chemischen Beschaffenheit der Nervenzellen gestattet nur die Gegenwart eines oder mehrerer Substanzen der Gruppe überhaupt anzunehmen, gibt aber keinen Fingerzeig, welcher oder welche Stoffe im Besondern hier vorkommen.

Nach den Reaktionen, die der Achsencylinder erkennen lässt, hat man in der Nervenfaser entweder Albumin oder einen dem sogenannten Syntonin nahe kommenden Stoff angenommen. Mit letzterem theilt jenes Gebilde die Eigenschaft, in kohlensaurem Kali zu erhärten.

Wichtiger fast bei dem jetzigen Zustande des Wissens ist die Frage, ob diese eiweissartigen Materien gelöst oder in geronnener Modifikation hier vorkommen. Auch darüber, wenn wir absehen von der Wand der Zelle und ihres Kerns, kann zur Zeit keine sichere Entscheidung gewonnen werden, doch dürfte der Achsencylinder wenigstens mit Wahrscheinlichkeit als aus einer geronnenen Proteinsubstanz bestehend zu bezeichnen sein. Die so ausserordentliche Veränderlichkeit des Nervengewebes mahnt indessen auch hier zur Vorsicht. Quantitativ kann man die Proteinkörper des Nervengewebes nicht bestimmen, da man die Primitivscheiden und andere histogenetische Massen mit in den Kauf zu nehmen hat. Die Menge des in Aether unlöslichen Rückstandes schwankt nicht unbeträchtlich (zwischen 9—14 %).

Die grösste Unsicherheit herrscht über die in Alkohol und Aether löslichen Fette, Fettsäuren und was man, als verwandte Materien betrachtend, mit dem Namen der »Gehirnfette« versehen hat.

Wir wissen nicht, in welcher Form diese im Wasser unlöslichen Substanzen im Nervengewebe enthalten sind und kennen sie selbst nur auf das Dürftigste (§ 31).

Die erste genauere Untersuchung von *Frémy* nahm hier an Elain, Elainsäure, Margarinsäure, Cerebrinsäure und Oelphosphorsäure.

Diese Cerebrinsäure, welche nach dem eben genannten Entdecker phosphorhaltig sein sollte, hat später *Gobley* zwar noch phosphorhaltig, aber ohne saure Natur angetroffen und ihr den Namen Cerebrin substituirt. Der neueste Forscher endlich, *Müller*, gewann das Cerebrin phosphorfrei.

Auch die Oelphosphorsäure *Frémy*'s steht auf schwachen Füssen. Während er als Spaltungsprodukte Elain, Elainsäure und Phosphorsäure erhielt, gewann *Gobley* nur Elainsäure und Glycerinphosphorsäure, so dass seine Ansicht, wonach die Oelphosphorsäure nur ein Gemenge der beiden letzteren Säuren darstellte, viel Wahrscheinlichkeit hat.

Keine bessere Begründung hat das von *Gobley* aufgestellte Lecithin erhalten, eine neutrale Substanz, welche in Elain–, Margarin– und Glycerinphosphorsäure gespalten werden soll.

Auch das *Virchow*'sche Myelin[4]), nach einigen Reaktionen und seinem mikroskopischen Charakter aufgestellt, kann schwerlich Anspruch auf eine längere Lebensdauer in der Wissenschaft machen.

Zu diesen so wenig gekannten Gehirnfetten kommt noch, in namhafter Menge und wohl schon mit der Natur eines Zersetzungsproduktes, das Cholestearin (§ 51) hinzu. Nach *von Bibra* soll es ungefähr ein Drittel der sämmtlichen sogenannten Gehirnfette betragen.

Was die Quantität der in Aether löslichen Stoffe betrifft, so ist dieselbe in der grauen wasserreicheren Substanz viel geringer als in der weissen, an Wasser ärmeren. Erstere enthält im menschlichen Gehirn 5—7 %, letztere 15—17 % dieser Stoffe. Noch beträchtlich reicher an ihnen ist das Rückenmark. Auch die einzelnen Theile eines und desselben Gehirns lassen ansehnliche Differenzen erkennen. Sehr niedrig ist der Gehalt an Gehirnfetten beim Neugeborenen, dessen weisse Substanz keine Differenz gegenüber der grauen zeigt. Noch geringer ist er beim Fötus.

Zu den Umsetzungsprodukten des Nervengewebes zählen als im Hirn aufgefunden: Ameisensäure und Milchsäure (möglicherweise auch noch Essigsäure), Inosit, Kreatin, Leucin (beim Ochsen), Xanthin (*Scherer*[5]), Harnstoff (beim Hunde), sowie Harnsäure.

Was die Aschenbestandtheile der Gehirnsubstanz betrifft, so erhielt dieselben *Breed*[6]) zu 0,027 % der frischen Masse. Es ergaben sich für 100 Theile:

Freie Phosphorsäure . .	9,15
Phosphorsaures Kali . .	55,24
Phosphorsaures Natron .	22,93
Phosphorsaures Eisenoxyd	1,23
Phosphorsaurer Kalk . .	1,62
Phosphorsaure Magnesia .	3,40
Chlornatrium	4,74
Schwefelsaures Kali . .	1,64
Kieselerde	0,42

Das Ueberwiegen von Kali und Magnesia gegenüber Natron und Kalk erinnert an den Muskel.

Anmerkung: 1) Ueber den Chemismus des Nervengewebes s. man die Zusammenstellungen in *Lehmann*'s phys. Chem. 2te Aufl. Bd. 3. S. 88 und Zoochemie S. 498, sowie bei *Schlossberger*, Chemie der Gewebe, 2ter Abschn. S. 1. Die wichtigsten Einzelarbeiten sind: *Frémy* in den *Annal. de chim. et de phys. 3ème Série. Tome 2.* S. 464; *Gobley, Journ. de chim. et de phys. 3ème Série. Tome 11.* S. 408 und 12. S. 5; *von Bibra* in den Annalen Bd. 85. S. 201, sowie dessen Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere. Mannheim 1854; endlich *W. Müller* in den Annalen Bd. 103. S. 131. — 2) *Sankey* in *Medico-chir. review.* 1853. *Jan.* S. 240 (nach *Scherer*'s Jahresbericht). — 3) *Hauff* und *Walther* in den Annalen Bd. 85. S. 42 und *Schlossberger* a. a. O. Bd. 86. S. 119. — 4) Das Myelin *Virchow*'s (dessen Archiv Bd. 6. S. 562), welches in verschiedenen gesunden wie kranken Körpertheilen getroffen wurde, zeigt ein ausgetretenem Nervenmark sehr ähnliches mikroskopisches Verhalten. Im Wasser quillt es auf; in heissem Alkohol löst es sich leicht, um beim Erkalten sich wieder auszuscheiden. Ebenso löst es

sich in Aether. In schwachen Säuren und Alkalien schrumpft es etwas. Chromsäure erhärtet es. — 5) Annalen Bd. 107. S. 214. Ueber die anderen Stoffe vergl. man den chemischen Theil. — 6) Annalen Bd. 80. S. 124.

§ 196.

Was die Verwerthung der in den vorigen §§ besprochenen Strukturverhältnisse für die Nervenphysiologie betrifft, so tritt uns zunächst in den beiderlei Formelementen des Nervensystems der Gegensatz bloss leitender Fasern zu Zellen entgegen, welche mit höheren Thätigkeiten, dem Bewirken von Empfindungen, willkürlichen und reflektirten Bewegungen versehen sind. In dieser Weise gewahren wir das letztere Gebilde in der grauen Masse von Gehirn und Rückenmark, in den Ganglien, welchen man schon seit Langem erfahrungsgemäss Reflexfunktionen zuschreiben muss, und in einer uns allerdings noch unverständlichen Weise an den Endausstrahlungen einiger höheren Sinnesnerven.

Hinsichtlich der Nervenröhren hatte schon der vorangegangene Abschnitt gelehrt, dass ihren Form- und Dickendifferenzen bestimmte funktionelle Verschiedenheiten nicht parallel gehen. Die sensiblen Wurzeln der Spinalnerven führen in dieser Weise Fasern, welche in nichts von denjenigen der motorischen Wurzeln verschieden sind. In den Bahnen des sympathischen Systemes begegnen wir der *Remak*'schen Faserformation, deren nervöse Natur wenigstens theilweise, wie sich ergab, nicht bezweifelt werden kann. Die nächsten Verwandten dieser Fasermassen sind die Nervenröhren des Olfactorius. — Die schmalen markhaltigen Nervenfasern können ebensowenig, wie früher *Bidder* und *Volkmann* behaupteten, für eine besondere sympathische, mit eigenthümlichen Funktionen betraute Form der Nervenröhren genommen werden, da wir einer Menge von Uebergangsformen zwischen breiten und feinen Röhren und den letzteren an Stellen begegnen, wo an sympathische Nerventhätigkeiten nicht gedacht werden kann. In dieser Hinsicht hat die genauere mikroskopische Analyse der Neuzeit die sanguinischen Erwartungen einer früheren Epoche bedeutend herabgestimmt.

Von Wichtigkeit sind dagegen andere Erwerbungen in der feineren Anatomie der Nervenfasern. Alle Beobachtungen haben die von der Physiologie als nothwendig nachgewiesene Kontinuität der Nervenröhre bestätigt, ebenso den isolirten Verlauf der letzteren. Hinsichtlich dieser Verhältnisse sehen wir überall, wie die Nervenfaser in ununterbrochenem, wenn auch durch die Einlagerung einer Ganglienzelle manchmal modifizirtem Verlaufe die ganze lange Bahn vom Centralorgane bis zur Stelle der peripherischen Endigung durchmisst. — Die Frage, welcher Theil der Nervenröhren das eigentlich thätige, d. h. leitende Element darstellt, dürfte zu Gunsten des Achsencylinders zu entscheiden sein, indem gerade er bei dem Ursprunge häufig und bei der Endausstrahlung in das Organ wohl immer allein übrig bleibt, während die ihn umhüllende Markschicht sowie die Primitivscheide hier verschwinden.

Auch an den Einschnürungen, welche die Verästelungsstelle der Nervenfaser darbietet, kann der Achsencylinder, unumhüllt von Markmasse, eine kleine Strecke weit frei hervortreten. Die Beseitigung der Endschlingen hat der isolirten Leitung der Nervenröhren auf anatomischem Gebiete eine weitere Stütze gewährt und die vereinzelte Endigung der Nervenfaser, sei es ungetheilt, sei es mit einem Systeme von Ramifikationen, steht mit den physiologischen Anschauungen der Gegenwart im Einklang. Die Verästelungen, vermöge deren, wie wir bei den Muskelnerven sahen, eine Primitivfaser mit einer ganzen Schaar von Zweigen schliesslich endigt, muss als eine sinnreiche Einrichtung der Natur begrüsst werden, mit verhältnissmässig dünnen Nervenstämmen eine möglichst nervenreiche Peripherie sensibler wie motorischer Art zu gewinnen. Ebenso ist das Endigen der Sinnesnerven in besonderen anatomischen Terminalgebilden, wie den *Pacini*'schen, *Krause*'schen und Tastkörperchen von hohem Interesse.

Hinsichtlich der Ganglienzellen, um auf sie nochmals zurückzukommen, scheint ebensowenig wie bei den Nervenröhren die anatomische Verschiedenheit mit physiologischen Differenzen zusammenzufallen. Wir kennen ferner die physiologische Bedeutung der apolaren Nervenzelle nicht. Ihre Existenz hat sogar für den Physiologen etwas Befremdendes. Auch die unipolare Zelle, welche als Ursprungsgebilde ihrer Nervenfaser betrachtet wird, sollte durch Kommissuren mit benachbarten Zellen zusammenhängen. Die physiologische Bedeutung der bipolaren Ganglienzelle ist uns ebenfalls gänzlich dunkel. Am leichtesten verwerthbar sind die multipolaren Nervenkörper mit den mehrfachen, von ihnen entspringenden Nervenfasern.

Der Fund *Wagner*'s von Nervenzellen der Centralorgane, welche durch zahlreiche Kommissuren mit einander zusammenhängen und das Abgehen sensibler wie motorischer Nervenröhren von solchen gruppenweise verbundenen Zellenansammlungen muss als eine schöne Erwerbung auf diesem Gebiete begrüsst werden, bestimmt, der Annahme einer nicht an die vorgezeichneten Nervenbahnen gebundenen Querleitung in den Centren für immer ein Ende zu machen. Ebenso lässt uns dieses Texturverhältniss das Zustandekommen geordneter Nervenwirkungen ahnen. Allerdings führt jener anatomische Fund auf der anderen Seite wieder in ein physiologisches Labyrinth, wenn es sich darum handelt zu begreifen, wie die Thätigkeit der Centralorgane von so zahlreichen Verbindungswegen bald den einen, bald einen anderen mit Ausschluss aller übrigen einhält.

Die lebende Nervensubstanz hat im Uebrigen ähnlich dem Muskel elektromotorische Eigenschaften [1].

Ueber die Grösse des Stoffwechsels der Nervenelemente sind wir zur Zeit noch nicht aufgeklärt. Doch ist er wohl ein ansehnlicher. Hierfür spricht der Umstand, dass der ermüdete Nerv nach einiger Ruhezeit die alte Leistungsfähigkeit wieder gewinnt, ebenso die Thatsache, dass Un-

terbindung der Arterien eine baldige Lähmung der sensiblen wie motorischen Nerven des Theils herbeiführt. Ebenso liegen über die Richtung des Stoffwandels zur Zeit nur die dürftigen Notizen des vorhergehenden § vor.

Auch über die Frage, wiefern jenem chemischen Wechsel ein anatomischer Hand in Hand gehe, wie weit man sich mit andern Worten Nervenröhren und Nervenzellen als persistirende oder nur mit kürzerer Lebensdauer versehene und vergängliche Gebilde vorzustellen habe, kann keine Antwort gegeben werden, da Zellen wie Fasern im Körper des Erwachsenen unter allzu variablen Formen auftreten, als dass man jugendliche, reife und alternde Theile herauszufinden vermöchte.

Anmerkung: 1) Vergl. *Dubois-Reymond* a. a. O.

§ 197.

Die Entstehung des Nervengewebes[1]) beim Embryo findet von den Bildungszellen, welche den fötalen Körper erbauen, statt.

Indem dieselben sich vergrössern und den charakteristischen feinkörnigen Zelleninhalt gewinnen, erhalten wir die Ganglienzelle, und zwar bei gleichmässigem Auswachsen als apolares, bei ungleichmässigem als mit Fortsätzen versehenes Gebilde, welches durch die letzteren mit benachbarten Zellen und mit den entstehenden Nervenröhren sich in Verbindung setzen kann. Von den vorhandenen Nervenzellen des fötalen Körpers dürfte auf dem Wege der Theilung eine Vermehrung erfolgen. Doch bedarf der Gegenstand genauerer Erforschung.

Die Bildung der Nervenfasern, welche schon im allgemeinen Theile berührt wurde (§ 80), erfolgt, wie man gewöhnlich annimmt, durch Zellenverschmelzung und zwar so, dass die Entstehung der unverzweigten Nervenröhre durch Verbindung linear aufgereihter spindelförmiger oder cylindrischer Zellen stattfindet.

Die Nervenstämme von Mensch und Säugethier haben in früher Fötalzeit noch nicht das weisse Ansehen späterer Tage, sondern sind grau und durchscheinend, und dieses um so mehr, je jünger der Fötus. Anfangs bemerkt man beim Zerzupfen nur die einzelnen spindelförmigen oder einfach verlängerten Bildungszellen mit bläschenförmigen Kernen. Später gelingt es Reihen derselben in Form feiner, blasser, kerntragender Bänder von dem Ganzen abzuspalten. Es sind dieses die ersten Nervenfasern, welche in ihrem blassen marklosen Ansehen an die *Remak*'schen Elemente erinnern und eine mittlere Breite von 0,00125 — 0,0025‴ besitzen.

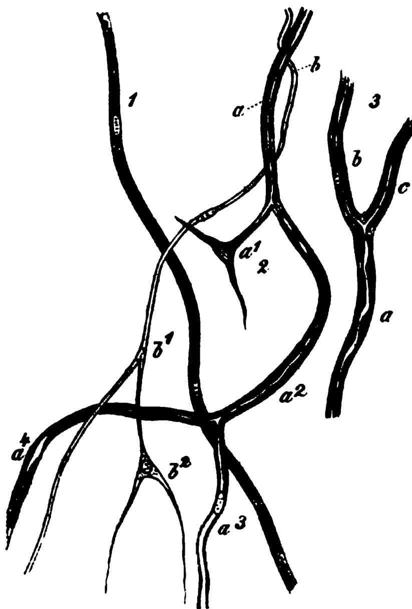
In älteren Nerven gewahrt man, von dem centralen gegen den peripherischen Theil allmählich vorrückend, die spezifische Inhaltsmasse der Primitivröhren, wahrscheinlich so, dass zuerst ein Achsenfaden entsteht, zwischen welchem und der aus den Zellenmembranen gebildeten Primitivscheide dann nachträglich die fettige Markmasse sich ablagert.

So lauten nach dem Vorgange *Schwann*'s die üblichen Angaben der Gewebelehre. Indessen vermag man sich hier mancher Bedenken nicht zu

entschlagen. Untersucht man neugebildete Nervenröhren, so kann man Exemplare ziemlich häufig treffen, bei welchen die Kerne durch sehr weite Abstände von einander getrennt liegen, so dass man eine recht bedeutende Verlängerung der spindelförmigen Bildungszellen anzunehmen hätte. Ebenso kann möglicherweise ein Fortsatz einer Ganglienzelle zu sehr bedeutender Verlängerung sich ausziehen und so ein ansehnliches Stück einer Nervenröhre darstellen[2]). Dann muss die Entstehung quergestreifter Muskelfäden[3]) durch das Auswachsen einer einzigen Zelle unter starker Kernvermehrung ein neues Moment des Zweifels in die übliche Bildungsgeschichte der Nervenröhre hereintragen. Die an einer embryonalen Nervenfaser hintereinander vorkommenden Kerne könnten denselben Ursprung wie die Nuclearformation des Muskelfadens besitzen.

Die Bildung der Nervenfasertheilungen geschieht, wie keinem Bedenken unterliegen kann, dadurch, dass sternförmige, gewöhnlich mit drei Ausläufern versehene Bildungszellen mit dem Endtheile einer schon gebildeten Nervenfaser verschmelzen, so dass die Nervenröhre durch den Ansatz neuer Zellen an ihre Peripherie wächst. Die Schwänze von Froschlarven, das elektrische Organ vom Zitterrochen[4]) liefern zur Erkennung dieser Verhältnisse sehr passende Objekte. Auch hat man hier die schönste Gelegenheit, mit der Entfernung vom Centralorgane auf immer jüngere Erscheinungsformen der Nervenverästelungen zu stossen. Am Schwanz der Kaulquappen (Fig. 241) begegnet man einzelnen Nervenröhren, welche den Charakter *Remak*'scher Fasern mit weit hintereinander gelegenen Kernen darbieten (1). Andere (2. *b*) ohne verdickte Hülle erscheinen im oberen Theile dunkel und markhaltig, während sie nach abwärts blass werdend und verfeinert in die peripherischen Bildungszellen übergehen (b^1 und b^2), welche dann mit ihren fadenförmig zugespitzten Fortsätzen in das Ge-

Fig. 241.



Entwicklung der Nervenfasern aus dem Schwanz der Froschlarve. 1 Eine blasse, noch marklose Faser mit zwei Kernen. 2 Weiter vorgeschrittene, theilweise mit Nervenmark erfüllte Röhren. *a* eine Faser, an welche sich seitlich (a^1) eine sternförmige Bildungszelle ansetzt, während tiefer abwärts, wo der fettige Inhalt allmählich einem blasseren Platz macht (a^2), die Spaltung in zwei Aeste (a^3 und a^4) vorkommt; *b* eine Faser, welche mit zwei sternförmigen Zellen (b^1 und b^2) verschmolzen ist. 3 Eine noch weiter ausgebildete Nervenröhre; bei *a* der Stamm, bei *b* und *c* die beiden Zweige.

webe ausstrahlen (b^2). Wiederum begegnet man (und es ist sehr häufig der Fall) Nervenfasern mit verdickter Hülle (2. a) und mit dunklem Marke, welches nach abwärts in einen mehr und mehr erblassenden, einem Achsencylinder vergleichbaren Faden ausgeht (2. a. ^{3} u. a^4).

Die Entwicklung der Nervenfasern endigt an vielen Stellen des Körpers von Mensch und höherem Wirbelthier mit dem Verschwinden der Kerne.

Die neugebildeten Nervenröhren zeichnen sich, abgesehen von einer noch sehr grossen Veränderlichkeit ihres Inhaltes (vermöge deren letzterer leicht in Gestalt getrennter Tropfen zur Ansicht gelangen kann), durch eine sehr bedeutende Feinheit gegenüber der Stärke in reifen Körpertheilen aus. Das Dickenwachsthum des ganzen Nervenstamms ist durch den zunehmenden Quermesser der einzelnen Primitivfasern genügend zu erklären.

In dieser Hinsicht fand *Harting*[5]) die Nervenfasern des Medianus beim viermonatlichen Fötus nur 0,00151''' dick, während sie beim Neugeborenen 0,00461 und beim Erwachsenen 0,00731''' im Mittel maassen. Die Zahl der Primitivfasern erhielt er für diese drei Lebensperioden als 21,432 : 20,906 : 22,560.

Es ist eine alte Erfahrung, dass durchschnittene Nerven ihre Funktion einbüssen, dieselbe aber nach einer gewissen Zeit wieder erlangen. Die getrennten Enden heilen leicht zusammen, ja es erfolgt selbst, wenn ein etwas längere Stück aus einem Nervenstamme herausgeschnitten wurde, eine Wiedervereinigung durch neugebildetes Gewebe[6]).

Nach den in neuerer Zeit gemachten und von Andern bestätigten Erfahrungen *Waller*'s[7]) degenerirt die unterhalb des Schnittes gelegene Partie der Nervenröhre bis zu ihren letzten Endzweigen unter einer Gerinnung und nachherigen Resorption des Marks, bis zuletzt die leeren Nervenscheiden übrig bleiben, welche nach jenem Beobachter schliesslich ganz schwinden sollen, so dass eine Neubildung von Nervenfasern zur Vereinigung mit dem centralen Stück statthabe. Letztere Ansicht hat sich als irrthümlich ergeben, indem nach erfolgter Vereinigung der Schnittenden in die leeren Primitivscheiden eine neue Markeinfüllung stattfindet[8]). Die Vereinigung erfolgt theils durch die Neubildung eines verbindenden Faserstücks, theils durch unmittelbares Zusammenheilen (*per primam intentionem*). Interessant ist eine von *Lent* beobachtete Kernvermehrung der Primitivscheiden. Bei dem jetzigen Zustande der Zellenlehre verdient die Entstehung des vereinigenden Zwischengewebes eine erneute Untersuchung.

Ob eine Regeneration von Ganglienzellen[9]) stattfindet, ist noch nicht entschieden. Pathologische Neubildungen[10]) von Nervenelementen, Zellen wie Fasern, sind seltene Vorkommnisse. Atrophische Nerven zeigen eine Abnahme der Dicke der Primitivröhren und statt des zusammenhängenden Markes eine Erfüllung mit Fetttröpfchen und Fettkörnchen.

Anmerkung. 1) Man vergl. *Schwann's* Arbeit S. 169, *Koelliker* in den *Annal. d. sc. nat. 3ème Série. Zoologie. Tome* 6. *p.* 102, sowie dessen Mikr. Anat. Bd. 2. Abthl. 1. S. 533 und Handbuch, 3te Aufl. S. 345. — 2) *Bidder* und *Kupffer* in ihrem angeführtem Werke (S. 97 etc.) behaupten, dass die Nervenfasern nicht aus der Verschmelzung hinter einander gelagerter Bildungszellen hervorgehen, indem jene bei ihrem ersten Auftreten als Achsencylinder kernlos seien und erst später mit dem Marke auch eine an der Primitivscheide vorkommende Kernbildung darböten. Sie deuten die Möglichkeit an, dass die Nervenfaser aus der kolossalen Verlängerung eines Fortsatzes der Ganglienzelle bis zur Peripherie hin, entstehen könne. Gegenüber der bei Froschlarven so leicht zu beobachtenden Genesis der pheripherischen Nervenausbreitungen müssen diese Angaben der Dorpater Forscher in hohem Grade bedenklich erscheinen. Die Ansicht, dass aus der Zellenverschmelzung nur der Achsencylinder hervorgehe, ist im Uebrigen keine neue und schon von *Schwann* (S. 173) als Vermuthung geäussert worden. Man vergl. auch noch *Bidder's* Werk von 1847. S. 48. — 3) M. s. oben § 182. — 4) S. den Aufsatz von *Ecker* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 1. S. 38. — 5) Vergl. *Recherches micrométriques p.* 74. — 6) Ueber diese von *Schwann, Steinrück, Nasse, Günther* und *Schön, Bidder, Stannius* angestellten Versuche s. man *Valentin's* Phys Bd. 1. S. 717 der 2ten Aufl. — 7) *Waller* in den *Comptes rendus Tome* 33, 34 und 35, *Müller's* Archiv 1852. S. 392 und *Nouvelle méthode anatomique pour l'investigation du système nerveux. Première partie. Bern* 1852; *Schiff* im Archiv für phys. Heilkunde 1852. S. 145 und in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 7. S. 338; *Bruch* an demselben Orte Bd. 6. S. 135 und Archiv für wissensch. Heilkunde Bd. 2. S. 409; *Lent* bei *Siebold* und *Koelliker* Bd. 7. S. 145 und *Küttner's* früher erwähnte Diss. — 8) Vergl. *Schiff, Lent.* — 9) Die Regeneration von Ganglienzellen wurde von *Valentin* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift Bd. 2. S. 242), *Waller, Walter* (*De regeneratione gangliorum. Bonn* 1853) behauptet, dagegen von *Schrader* (*Experimenta circa regenerationem in gangliis nerveis. Göttingae* 1851) nicht bestätigt. — 10) Man vergl. *Virchow* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 1. S. 144 und Bd. 2. S. 167; *Koelliker's* Handbuch, 3te Aufl. S. 351.

15. Das Drüsengewebe.

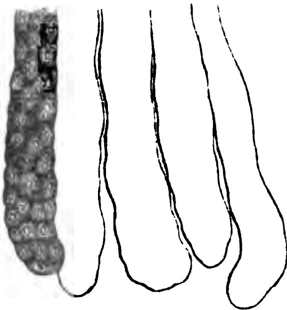
§ 198.

Die Umgrenzung des Begriffes der Drüsen unterlag bis in eine noch nicht lange verflossene Epoche bedeutenden Schwierigkeiten. Es konnte sich desshalb mit vollem Rechte ein geistvoller Anatom vor beinahe 20 Jahren äussern: »Die Klasse der Drüsen ist eine derjenigen, welche eine Wissenschaft in ihrer ersten Jugend leichtsinnig schafft und welche zu begründen und zu rechtfertigen ihr in Zeiten der Reife grosse Sorgen und Mühe kostet.«

Während nämlich in den Anfangsperioden des anatomischen Studiums rundliche Form und weiche blutreiche Beschaffenheit genügten, um ein Organ zur Drüse zu stempeln, trat später das physiologische Moment bei der Gewinnung des Drüsenbegriffs mehr in den Vordergrund; der Umstand, dass die Drüse dem Blute Stoffe entnimmt, welche nicht zu ihrer eigenen Ernährung egoistisch verwendet werden sollen, sondern dem Ganzen dienen, indem auf diesem Wege einmal der Körper sich von

zersetzten Massen unmittelbar befreit oder das von der Drüse bereitete Material andern Zwecken des Lebens noch zu genügen hat. So gewann man in der Drüse ein Sekretionsorgan und musste auf den Ausführungsgang derselben ein sehr grosses Gewicht legen. Später, als man durch komparativ anatomische Studien den verhältnissmässig geringen Werth des ausführenden Kanales erkannt hatte, durfte man auch den durchaus geschlossenen sogenannten Blutgefässdrüsen, bei welchen ein Sekret niemals nach aussen abfliesst, die Bedeutung drüsiger Organe zu erkennen. — In neuerer Zeit hat die mikroskopische Analyse uns Merkmale geliefert, vermöge deren eine Drüse im Allgemeinen sicher diagnostizirt werden kann, wenn gleich auch hier noch einzelne missliche Texturverhältnisse übrig geblieben sind.

Fig. 242.



Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit den Drüsenzellen erfüllt, vier andere ohne Zellen mit der hervortretenden *Membrana propria*.

Fig. 243.



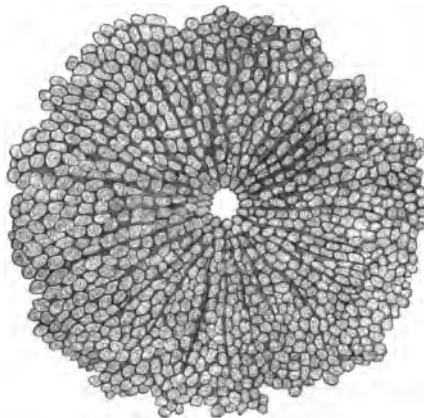
Ein traubiges, sogenanntes Schleimdrüschen des Oesophagus vom Kaninchen. *a* der Ausführungsgang; *b* die Drüsenbläschen; *c* das umgebende Bindegewebe.

Fig. 244.



Magensaftdrüsen des Hundes mit Zellen erfüllt und von dem Kapillarnetz umsponnen.

Fig. 245.



Leberläppchen eines 10jährigen Knaben (Kopie nach *Ecker*).

Die Drüsen (Fig. 242 u. 243) bestehen nämlich aus zweierlei Formelementen: 1) einer strukturlosen wasserhellen feinen Haut, der sogenannten *Membrana propria* oder der Drüsenmembran, welche in verschiedener Anordnung die Gestalt des Organs, wie seiner Abtheilungen bestimmt, und 2) einem von dieser umschlossenen zelligen Inhalt, den sogenannten Drüsenzellen (Fig. 242, 244 u. 245). Als dritter nothwendiger Faktor erscheint an der Aussenfläche der homogenen Membran ein Blutgefässnetz (Fig. 244), aus dessen Inhalt die Absonderungsstoffe unserer Organe entnommen werden.

Von den drei Requisiten einer Drüse fehlen die Blutgefässe und Zellen niemals und die homogene Membran nur höchst selten, indem wir letztere als integrirenden Bestandtheil nur in der anomal gebildeten Leber (Fig. 245) des reifen Körpers im Allgemeinen vermissen.

Hierzu kommen noch an das Drüsengewebe sich verbreitende Nerven, Lymphgefässe, bindegewebige und auch zeitweise muskulöse Umhüllungen und endlich als sehr häufiges Vorkommniss ein besonderer, nicht selten ziemlich zusammengesetzter Ausführungskanal[1]).

Anmerkung: 1) Neben den neueren Hand- und Lehrbüchern vergl. man die Behandlung des Gegenstandes bei *Henle* a. a. O. S. 889.

§ 199.

Die *Membrana propria* oder die Drüsenhaut erscheint als eine wasserhelle strukturlose Haut, bald unmessbar fein, manchmal bis auf 0,0005, selten bis 0,001''' verdickt. Sie wird häufig von einer äusseren bindegewebigen Lage umhüllt und verstärkt, so dass eine Wandung von 0,002, 0,0025—0,004''' die Folge ist. Nur ausnahmsweise gewahrt man zwischen beiderlei Membranen noch eine Lage glatter Muskeln, wie an den grossen Schweissdrüsen der Achselhöhle. Zuweilen scheint die Drüsenhaut durch eine Membran unentwickelten Bindegewebes ersetzt zu werden.

Im Uebrigen zeigt die *Membrana propria* eine ansehnliche Festigkeit und Dehnbarkeit; ebenso leistet sie schwachen Säuren und verdünnten Lösungen der Alkalien einen ziemlich hartnäckigen Widerstand, so dass man sich gerade der letzteren mit Vortheil zur Darstellung unserer Hülle bedient. Nähere Kenntnisse über ihre chemische Beschaffenheit besitzt man noch nicht. Sie dürfte vielfach aus elastischer oder einer nahe kommenden Substanz bestehen.

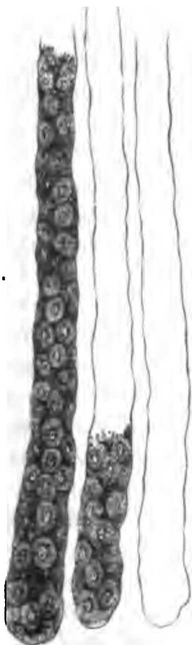
In anatomischer Hinsicht erscheint, wie schon bemerkt, die Drüsenhaut gestaltbestimmend; in physiologischer dient sie der Filtration und Transsudation der Drüsenflüssigkeiten. In histologischer Beziehung kann sie als ein von den Drüsenzellenhaufen nach aussen abgeschiedenes und um ihn erhärtetes Substrat aufgefasst werden, welches allerdings in früher Lebenszeit gebildet wurde, um zahlreiche Generationen der Drüsenzellen zu überdauern. Doch ist eine andere Ansicht zur Zeit noch ebenso

wahrscheinlich, nach welcher die Drüsenmembran in Form einer unmittelbaren, von der Umgebung stammenden Auflagerung auf den embryonalen Zellenhaufen zu Stande kommt (vergl. § 72).

Die Gestalt, in welcher die *Membrana propria* uns entgegentritt, ist, wie gesagt, eine wechselnde. Man kann dieser Differenzen im Grossen dreierlei unterscheiden und hierauf drei Formen von Drüsen gewinnen, welche freilich hier und da in einander übergehen, sowie bald als einfache, bald als sehr zusammengesetzte Apparate sich darbieten.

1) In der einen Form (Fig. 246) stellt die *Membrana propria* einen engen, aber sehr ungleich langen Gang dar, welcher an dem einen Ende fast immer geschlossen ist und mit dem anderen offen bleibt, indem er entweder unmittelbar frei ausmündet oder mit anderen seines Gleichen zu einem komplizirteren Gebilde sich vereinigt. Wir bezeichnen eine derartig geformte Haut mit dem Namen des Drüsenschlauchs und solche Drüsen als schlauchförmige. Man unterscheidet einfache, wo das ganze Organ aus einem einzigen derartigen mikroskopischen Blindsack besteht und zusammengesetzte schlauchartige

Fig. 246.



Einfache schlauchförmige Drüsen der Magenschleimhaut vom Menschen.

Fig. 247.



Eine Knaueldrüse aus der Conjunctiva des Kalbes (nach *Manz*).

Fig. 248.



Die Bläschen einer traubigen (sogenannten *Brunner*'schen) Drüse des Menschen.

Drüsen, wo mehrere oder viele jener Schläuche zu einer neuen anatomischen Einheit zusammentreten, oder wenn man in anderer Auffassung

spricht, wo die Drüsenschläuche sich theilen und sogar netzförmig verbinden können. Haben die Drüsenschläuche eine sehr bedeutende Länge, wie man es in zwei zusammengesetzten Drüsen des menschlichen Leibes, der Niere und dem Hoden antrifft, so kann man jene als besondere Varietät mit dem Namen der Drüsenröhren bezeichen.

Noch eine besondere Erscheinungsform der schlauchartigen Drüsen stellen solche dar, wo der obere, meist ungetheilte blindgeendigte Theil wie der Faden eines Knauels zusammengedreht ist (Fig. 247). Man hat sie kürzlich mit dem passenden Namen der Knaueldrüsen versehen (*Meissner*[1]).

2) Eine zweite Gruppe drüsiger Organe zeigt uns als Elementargebilde die *Membrana propria* in Gestalt eines sogenannten offenen Drüsenbläschens, d. h. eines weiteren und kürzeren Blindsäckchens von mikroskopischen Dimensionen (Fig. 248). Es kann dieses Gebilde häufig einer kurzhalsigen und weitbauchigen Flasche treffend verglichen werden, während es in anderen Fällen einer kugligen Beere oder auch einem kurzen Blinddärmchen gleicht.

Bezeichnend ist hier vor Allem die gruppenweise Verbindung jener Bläschen miteinander. Eine solche (und oftmals nicht sehr ansehnliche) Gruppe kann ein ganzes noch mikroskopisches Drüschen bilden oder als Organtheil mit anderen benachbarten Haufen sich vereinigen (Fig. 243 und 249). Man bezeichnet diese Zusammenfassung mit dem Namen des Läppchens oder Acinus[2]). Aus dem offenen Drüsenbläschen erbaut sich in dieser Weise ein ganzes Heer von Drüsen, die sogenannten traubigen, welche bei allem Wechsel der gröberen Gestalt und bei enormen Grössendifferenzen der mikroskopischen Erforschung verhältnissmässig einförmig entgegentreten.

Fig. 249.

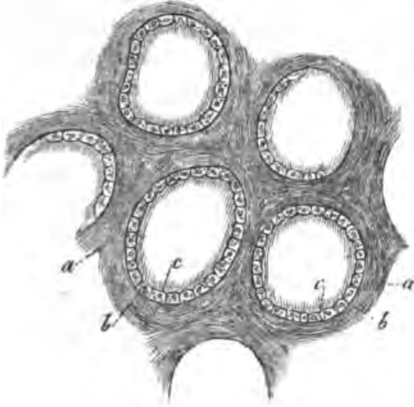


Eine traubige (*Brunner*'sche) Drüse des Menschen.

Eine scharfe Grenze gegen die schlauchförmigen Drüsen lässt sich nicht ziehen. Ist bei diesen nämlich die Wand nicht glatt, springt vielmehr ihre *Membrana propria* in Form höckeriger oder kugliger Aussackungen vor und verbindet sich damit eine gewisse Theilung des Schlauches, so können Uebergangsformen die Folge sein, welche mit dem gleichen Rechte jeder der beiden Drüsenarten zuzutheilen sind.

3) Als dritte Abtheilung der Drüsen erhalten wir solche, bei denen

Fig. 250.



Drüsenkapseln aus der Thyreoidea des Kindes. *a*. Die bindegewebige Grundlage; *b*. die Kapseln selbst; *c*. ihre Drüsenzellen (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

die *Membrana propria* in Gestalt einer rundlichen, allseitig geschlossenen Kapsel (Fig. 250) oft in nicht unbeträchtlicher Grösse, erscheint. Derartige Kapseln entleeren entweder den Inhalt durch Platzen ihrer Wand, durch sogegenannte Dehiscenz, und gehen hierbei ausnahmslos zu Grunde oder die rundliche Drüsenhülle bleibt zeitlebens geschlossen und der Inhalt transsudirt durch letztere nur hindurch. Ersteres zeigen uns die Drüsenelemente des Eierstocks; letzteres kommt bei den sogenannten Blutgefässdrüsen, wie z. B. der Thyreoidea, vor. Niemals aber treffen wir beim Menschen die geschlossene Drüsenkapsel nach Art des Schlauches für sich allein eine ganze Drüse bildend. Die hierher zu ziehenden Organe unseres Körpers, für welche man noch keinen Kollektivnamen besitzt, sind vielmehr alle aus einer Vielzahl derartiger in bindegewebiger Grundlage eingebetteter Elemente zusammengesetzt.

Anmerkung: 1) Vergl. *Manz* in *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 5. S. 122 und *Meissner* ebendaselbst S. 129. — 2) Der Name Acinus wird indessen auch zur Bezeichnung des Drüsenbläschens gebraucht, so dass man ihn in seiner Unsicherheit am besten gänzlich vermiede.

§ 200.

Das zweite und wichtigere Elementargebilde der uns beschäftigenden Organe stellen die Drüsenzellen dar. Wie man namentlich durch die schönen Untersuchungen *Remak*'s weiss, tragen sie einen wesentlich epithelialen Charakter, da mit verhältnissmässig geringen Ausnahmen[1]) die Drüsen als Wucherungen der fötalen Hornblatt- und Drüsenblattzellen (§ 116) zu betrachten sind.

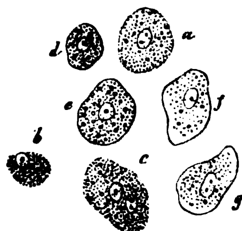
Die Bedeutung der Drüsenzellen tritt uns einmal schon in dem früher (§ 199) berührten Umstande entgegen, dass von ihnen möglicherweise die *Membrana propria* gebildet wird. Dann hat die komparative Gewebelehre in dem Körper niederer Geschöpfe die interessante Entdeckung drüsiger Organe gemacht, welche nur aus einer einzigen Drüsenzelle bestehen. Endlich zeigt beim Erwachsenen die Leber uns fast allein die zelligen Elemente, indem von der im fötalen Körper vorhandenen *Membrana propria* nur kümmerliche Reste sich erhalten haben (*Beale*[2])).

Die Drüsenzellen erscheinen in den Hohlräumen ihrer Organe entweder regellos als dicht gedrängte Ausfüllungsmasse oder sie bekleiden, den Epithelien gleich, die Innenfläche jener und zwar nicht selten unter einer polyedrischen Abgrenzung. Sie können bald in einfacher Lage vorkommen, bald eine gewisse Schichtung erlangen.

In den ausführenden Theilen der Drüse gehen die Zellen (oft ohne scharfe Grenze) in die benachbarte Epithelialformation über, so dass dieselbe gewissermaassen als modifizirte Schicht zu den Drüsenzellen sich umgestaltet. Und in der That begegnen wir manchen drüsigen Organen, deren Zellen von einem Epithelium anatomisch wenigstens kaum verschieden sind.

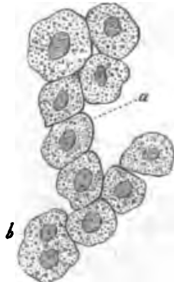
Die dreifache Form der epithelialen Zelle, wie wir sie § 105 kennen gelernt haben, klingt in der Drüsenzelle wieder. Indessen gerade die mehr kuglige, welche bei dem Epithelium so wenig verbreitet war, tritt hier als häufigere Gestalt auf und flimmernde Drüsenzellen gehen dem menschlichen Körper ganz ab, wie sie überhaupt höchst seltene Vorkommnisse bilden. Ebenso mangelt die Einlagerung von Melaninkörnchen den Zellen der Drüsen, während Körnchen gelber und brauner Farbestoffe nicht so ganz selten sind.

Fig. 251.



Labzellen des Menschen. *a.* Eine Zelle ohne Hülle; *b.* ein von Resten des Zelleninhaltes umhüllter Kern; *c.* eine Zelle mit zwei Kernen; *d—g.* Zellen mit Membranen und abnehmender Körnchenmenge.

Fig. 252.



Leberzellen des Menschen; *a.* einkernige; *b.* eine Zelle mit zwei Kernen.

Kleine kuglige oder doch mehr rundliche Zellen finden sich so z. B. als Bekleidungsmasse der Kapseln des Eierstocks, während grössere in den Talgdrüsen der Haut und in den *Meibom*'schen der Augenlider vorkommen. — Sehr häufig erinnert die Drüsenzelle, indem sie breiter und flacher geworden, an das Plattenepithelium. In dieser Art verhalten sich unter Andern die zelligen Elemente der Magensaftdrüsen, die sogenannten Labzellen (Fig. 251), ebenso die Zellen des Lebergewebes (Fig. 252). Eine letzte Erscheinungsform ist endlich die cylindrische Zelle. Wir begegnen ihr beispielsweise in den Uterindrüsen, in den sogenannten Schleimdrüsen des Magens und wenigstens als Regel in den *Lieberkühn*'schen des Dünndarms.

Was die Grössenverhältnisse und die weitere Zusammensetzung der Drüsenzellen angehen, so bieten erstere bedeutende Differenzen dar. Die der Eierstockskapseln haben ein Ausmaass von nur 0,00333—0,004''', während in den traubigen Schleimdrüsen die rundlich polyedrischen Zellen 0,00300—0,005''' besitzen, die der Labdrüsen 0,01—0,01429''',

die Leberzellen ungefähr ebensoviel erreichen u. a. mehr. Kerne von 0,0025, 0,00333 und 0,004''' finden sich einfach, nicht gar selten auch doppelt, bald mehr bläschenförmig, bald mehr homogen in unsern Zellen vor, können aber in einer späteren Periode in der alternden Zelle sich auflösen. Die Membran ist im Allgemeinen zart und fein. Eine ganz eigenthümliche Bedeutung erhält der Nucleus der Zellen, welche die Drüsenkanälchen des Hodens auskleiden, indem er zum Samenfaden auswächst. Der Inhalt fällt sehr manchfaltig aus, worauf wir alsbald zurückkommen werden.

Anmerkung: 1) Die keimbereitenden Geschlechtsdrüsen, Nebennieren, Milz und Lymphknoten entstehen in anderer Art. — 2) *Beale* in den *Phil. Transact.* 1856. *p.* 375, ebenso in *Medical Times and Gazette.* 1856. *p.* 277.

§ 201.

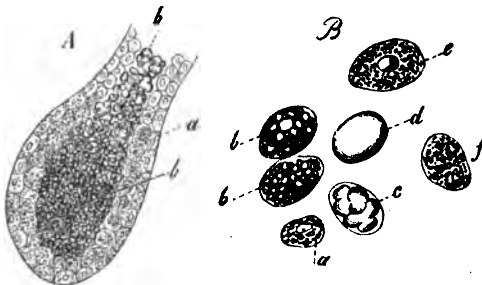
Die zarte Beschaffenheit der Drüsenzelle und der lebhafte Stoffwechsel führt für einen Theil unserer Gebilde eine gewisse, oftmals bedeutende Vergänglichkeit und somit eine neue Parallele mit manchen Epithelialzellen herbei. Während wir jedoch für gewisse Drüsen diese kurze Lebensdauer der Zelle mit aller wünschenswerthen Sicherheit darlegen können, spricht bei anderen keine Thatsache dafür, ja manche dagegen. So scheinen die Leberzellen (Fig. 252) verhältnissmässig bleibende Elemente darzustellen.

Einmal wiederholt für die Drüsenzelle, dem Epithelium gleich, hier sich die mechanische Abstossung, indem die zur Drüsenöffnung ausströmende Flüssigkeit geringere oder grössere Mengen der Zellenbekleidung mit abspült. — Untersucht man während des Verdauungsprozesses, namentlich bei Pflanzenfressern, die den Magen bedeckende Schleimlage, so gewahrt man oft in ausserordentlicher Menge die durch den hervordringenden Magensaft ausgeschwemmten Labzellen[1]), ebenso führt der Hauttalg die Zellenelemente seiner Drüsen und anderes mehr. Bei anderen Drüsen dagegen, wie der Niere, der Thränendrüse, sowie den Schweissdrüsen, dürften die Zellen weniger einer solchen Abspülung unterliegen und in der Galle vermisst man abgestossene Leberzellen durchaus.

Noch in einer anderen Weise aber zeigt sich die Vergänglichkeit der Drüsenzelle. Sie geht in der Bildung ihres Sekretes zu Grunde. Sieht man ab von den eigenthümlichen Verhältnissen, welche zur Entstehung der Spermatozoen in den Zellen der Hodenkanäle führen, so trifft man namentlich in weiterer Verbreitung bei Drüsen eine physiologische Fettdegeneration, wie man sich ausdrücken kann; die Zellen gehen unter Erzeugung eines fettigen Inhaltes zu Grunde, verfallen einem Auflösungsprozesse und jener, frei werdend, erscheint als Bestandtheil des Drüsensekretes. Wir haben diese Vorgänge bei den Talgdrüsen der äusseren Haut, der Milchdrüse, den *Meibom*'schen und Ohrschmalzdrüsen, sowie manchen der Schweissdrüsen[2]).

In solcher Weise werden die Bläschen der Talgdrüsen (Fig. 253. *A*) von Zellen bekleidet (*a*), welche als modifizirte Fortsetzung der *Malpigh*'-schen Zellenschicht der äusseren Haut betrachtet werden können, sich von letzterer aber durch einen gewissen Reichthum kleiner Fettmoleküle unterscheiden (*B. a*). Bei einer weiteren Fetteinlagerung vergrössert sich die Zelle (*B. b—f*), löst sich aber von der *Membrana propria* ab (*A. b*), so dass in den Hohlräumen des Organs Zellen von 0,01667—0,025''' angetroffen werden, deren Fettreichthum ein höchst ansehnlicher, wobei entweder viele Körnchen (*B. b*) oder mehrere Fetttröpfchen (*c*) von der Hülle umschlossen sind oder die kontinuirliche Fettmasse in der Zellenhöhle das Bild einer gewöhnlichen Fettzelle herbeiführt (*d*). Die Kerne gehen, wie es den Anschein hat, hierbei allmählich zu Grunde und die Membran wenigstens häufig ebenfalls. So zeigt uns der ausgeschiedene Hauttalg einmal freies Fett und dann die eben beschriebene, mit Fett überladene Zellenform.

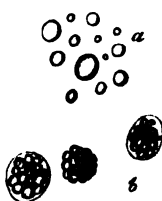
Fig. 253.



A. Das Bläschen einer Talgdrüse; *a*. die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b*. die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. *B*. Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a*. kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b*. grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c*. eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d*. eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e. f*. Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Ganz verwandte Vorgänge wiederholen sich in der Milchdrüse des säugenden Weibes. Das sogenannte Kolostrum, eine Milch, welche schon in den letzten Zeiten der Schwangerschaft gebildet wird, zeigt uns die sogenannten Kolostrumkörperchen (Fig. 254. *b*), kuglige Körper von 0,00667—0,025''', Anhäufungen verschieden grosser Fetttröpfchen, zusammengehalten durch ein Bindemittel, bald ohne, bald noch mit einer Zellenmembran, sowie einem Kern. Es unterliegt keinem Zweifel mehr, dass in jenem Gebilde die abgetrennte, unter Fettdegeneration in Auflösung begriffene Drüsenzelle gegeben ist.

Fig. 254.



Formbestandtheile der menschlichen Milch. *a*. Milchkügelchen; *b*. Kolostrumkörperchen.

Bald nach der Entbindung enthält die Milch in Unzahl die sogenannten Milchkügelchen (*a*), d. h. Fetttröpfchen, umgeben von einer zarten Schale geronnenen Kaseins, von einem sehr wechselnden, zwischen 0,00125—0,004''' gelegenen Ausmaass. Die grössere Energie der Ab-

sonderung führt jetzt schon innerhalb des Organs das Platzen der Drüsenzellen herbei.

Da wo die Drüsenzelle eine feinkörnige aus Eiweisskörpern bestehende Inhaltsmasse führt, überzeugt man sich weniger schlagend von dem Untergang der Zelle bei der Bildung des Sekrets. Indessen trifft man z. B. in den Schleimdrüschen, in den Labdrüsen des Magens meistens eine gewisse Menge freigewordener Moleküle, sowie nackter Kerne, ebenso auch hüllenlose Zellen, so dass ein zu Grundegehen zahlreicher Zellenmassen nicht geläugnet werden kann. Derartige Zellentrümmer kannte schon eine frühere Epoche, deutete sie aber, die Reihenfolge umdrehend, zu Gunsten einer freien Entstehung des Gebildes.

Umgekehrt lassen in anderen drüsigen Organen, beispielsweise der Niere, die Zellen die Stoffe des Sekretes durch die Membran hindurchtreten, so dass das Verhalten des Epitheliums sich hier wiederholt[3]).

Die Frage, wie sich die Drüsenzellen wieder ersetzen, bedarf noch genauerer Untersuchungen. Doch ist die Existenz eines Theilungsprozesses wohl kaum zu bezweifeln. Drüsenzellen mit doppeltem Nucleus sind ohnehin in manchen Organen häufige Vorkommnisse (Fig. 251. *c*. und 252. *b*).

Mit dem Namen von Schleimkörperchen, für die Mundhöhle Speichelkörperchen genannt, bezeichnet man eine kleine kuglige granulirte Zelle, welche ganz den farblosen Elementen von Blut und den Lymphzellen gleicht (Fig. 102). Aus den kleinen traubigen Drüschen der Mucosa stammt sie nicht, da diese eine andere Zellenbekleidung führen. Ebenso ist es mit der Parotis der Fall. Dagegen kann man sie zu Tausenden erhalten, wenn die Zungenspitze gegen die Unterkieferdrüse drückt (*Donders*[4])). Die Bedeutung des Schleimkörperchens als abortiver Drüsenzelle dürfte ebenso wenig zu bezweifeln sein, wie die schon früher § 114 erwähnte ähnliche Herkunft von den nahe verwandten Epithelien.

Anmerkung. 1) Vergl. den Artikel: »Verdauung« von *Frerichs* im Handw. d. Phys. Bd. 31. S. 750. — 2) S. besonders *Virchow*'s Cellularpathologie. S. 297. — 3) Interessant ist der Umstand, dass die Leberzellen schon normal wie beim Säugling, dann unter abnormen Zuständen häufig eine Fettinfiltration erleiden, welche auch in hohen Graden die Zelle nicht zerstört. Man wird an die serumhaltigen und mit Fett gefüllten Fettzellen (§ 134) erinnert. Ueber diese »Fettleber« vergl. *Frerichs*, Leberkrankheiten S. 285; *Koelliker*, Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 179. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass ein Theil jenes Fettes zur Bildung der Gallensäuren verwendet wird (§ 35). — 4) *Donder*'s Physiol. Bd. 1. S. 182 und in *Moleschott*'s Unters. z. Naturlehre des Menschen. Bd. 2. S. 100.

§ 202.

Das Blutgefässnetz der Drüsen ist in Uebereinstimmung mit dem energischen vegetativen Leben dieser Theile ein reichliches, aber in seiner Form verschiedenes, indem es sich nach der Gestalt der Drüsen-

elemente richtet. Die traubigen Drüsen mit ihren rundlichen Bläschen besitzen daher ein rundes Kapillarnetz, dem des Fettzellenhaufens (§ 135) verwandt. Die schlauchförmigen Drüsen zeigen dagegen ein an ihren Wänden herauf gestrecktes Gefässnetz (Fig. 244 u. 255), zuweilen dem quergestreifter Muskeln nicht unähnlich und nur um dicht gedrängte Drüsenmündungen herum wieder als rundliches erscheinend (Fig. 255 nach oben). Höchst reichlich ist das Netz der Leber (Fig. 256),

Fig. 255.



Das Gefässnetz der Magendrüsen des Menschen.

Fig. 256.



Das Gefässnetz der Kaninchenleber.

welches theils mit rundlichen, theils mehr radienförmigen Maschen die Zellen (vergl. Fig. 245) umgibt. Sehen wir ab von letzterem anomalen Organe, so treten die Gefässnetze niemals zwischen die Zellenhaufen, sondern bleiben auf der Aussenfläche der *Membrana propria* oder bindegewebigen Hülle. Wo Gefässe in das Innere durch die umkleidende Masse eindringen, wie den Lymph- und *Peyer*'schen Drüsen, trägt das Organ fälschlich den Namen eines absondernden.

Der energische Stoffumsatz in den Drüsen scheint als ziemlich allgemeine Erscheinung das Vorkommen von Lymphgefässen zu bedingen. Man hat sie bald reichlicher (Leber, Hoden), bald sparsamer angetroffen (Nieren).

Die Nerven der Drüsen, welche in manchen unserer Organe zahlreich vorkommen (z. B. den Speicheldrüsen), während sie in anderen (dem Hoden und der Milchdrüse) vereinzelter und spärlich zu entdecken sind, bilden einen der dunkelsten Gegenstände der Histologie. Sie bestehen theils aus einzelnen breiten, meistens aus schmalen markhaltigen und blassen *Remak*'schen Fasern. Eine Theilung derselben in den Spei-

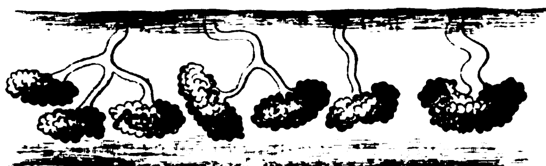
cheldrüsen des Pferdes traf *Donders*[1]). Vielfach gehen die Nerven zu den Ausführungsgängen und Gefässen, andererseits verlieren sich andere in den Läppchen. Die Schwierigkeiten, den ferneren Verlauf darzuthun, sind bisher unüberwindliche gewesen.

Auch glatte Muskeln können ein nicht unwichtiges Moment im Baue der Drüsen bilden. Abgesehen von der Muskulatur des Ausführungsganges, sehen wir einmal dünne Bündel zwischen den einzelnen Drüsen emporsteigen, so z. B. in der Mucosa des Magens, oder sie kommen in dem die Drüsenabtheilungen umhüllenden Bindegewebe vor, so namentlich an der Prostata und den *Cowper*'schen Drüsen (*Koelliker*), oder die Drüsenwand selbst ist muskulös, wie an den grossen Schweissdrüsen der Achselhöhle.

Eine besondere Besprechung verdienen endlich noch die Ausführungsgänge drüsiger Organe. Wir haben schon früher in ihnen keine unentbehrlichen Requisite einer Drüse erkannt. Aber auch da, wo die Drüse eine Oeffnung besitzt, ist sehr häufig von einem besonderen, das Sekret wegleitenden Gange noch nicht die Rede. Alle einfachen Schlauchdrüsen gehören hierher, indem weder die Zellenform der Innenfläche bis kurz vor der Mündung sich ändert, noch eine Abgrenzung am Schlauche selbst zu bemerken ist. Nur da, wo mehrere Schläuche in gemeinsamem kurzen weiteren Endstücke zusammenstossen, kann von einer solchen die Rede sein, wie an derartigen Magendrüsen, indem das gemeinsame Stück (*stomach cell* von *Todd* und *Bowman*) auch durch Cylinderepithelium sich markirt. An den Knaueldrüsen stellt der aus dem Konvolut hervorkommende, zur Mündung strebende Theil des Schlauches einen Ausführungsgang dar, obgleich weder die Struktur der Wand noch der Zellenbekleidung sich ändert, wohl aber anfänglich der Quermesser abgenommen hat.

Erst bei den traubigen Drüsen und den ganz komplizirten röhrenartigen, wie sie als Niere und Hoden erscheinen, ist der Gang oder das Gangsystem zu voller Geltung gelangt. Die einfachsten Verhältnisse zeigen die kleinen Drüschen der Schleimhäute (Fig. 257). Die zu einem Läppchen verbundenen Bläschen setzen sich hier in einen kürzeren oder längeren feinen Gang fort, dessen Wand die verlängerte *Membrana propria* bildet. Bei sehr kleinen Drüschen der Art kann ein derartiger Gang, mit einem zweiten sich verbindend, schon den gemeinsamen ausführenden Kanal herstellen (Fig. 243). Bei anderen ist die Vereinigung derartiger Gänge eine ausgebildetere. Ja bei grösseren Schleimdrüsen bildet

Fig. 257.



Kleine Schleimdrüschen zum Theil in gemeinsamen Gängen zusammenstossend.

der aus den Einzelgängen einer Läppchengruppe entstandene gemeinschaftliche Kanal erst einen Ast des gemeinsamen Ganges. Letzterer oder bei einer ansehnlicheren Drüse auch schon seine Zweige erster Ordnung lassen nicht mehr die homogene Beschaffenheit der *Membrana propria* erkennen, sondern bestehen aus längslaufendem Bindegewebe, zu welchem eine äussere loser gefügte Lage hinzukommen kann, und tragen nach einwärts eine epitheliumartige Zellenbekleidung. Länge und Weite des Ganges fallen sehr verschieden aus.

Die eben besprochenen Verhältnisse bilden den Schlüssel für die Kanalbildung der grösseren und grossen Drüsen. Die Zerspaltung und Verästelung des Ganges ist hier eine weiter vorgeschrittene und grössere Läppchengruppen repräsentiren gewissermaassen das einzelne Schleimdrüschen.

Die weiteren Formverschiedenheiten derartiger Organe unter einander beruhen vielfach in dem eigenthümlichen Verlaufe dieses Gangwerks.

So sehen wir im Pankreas den Hauptgang fast gerade durch die Achse der Drüse bis gegen die Spitze hin verlaufen. Manche unserer Organe, wie Thränen- und Milchdrüse, haben mehrere Ausführungsgänge, so dass gewissermassen die Vereinigung der letzten Zweige zum terminalen Kanale hier nicht erfolgt ist.

Hinsichtlich der Textur sieht man die feineren Astsysteme das Verhalten des Schleimdrüschens wiederholen, während die weiteren und der terminale Gang eine derbere, an elastischen Elementen reichere innere Wandung bekommen, welche von der äusseren umhüllt ist. Zwischen beide Lagen schiebt sich dann bei einem Theile unserer Drüsen noch eine muskulöse ein. Dieselbe besteht in geringer Entwicklung aus längslaufenden Faserzellen (wie der Milchdrüse und den *Cowper*'schen), bei weiterer Ausbildung aus einer äusseren longitudinalen und einer inneren transversalen Schicht, zu welcher noch eine innerste wiederum längsgerichtete sich hinzugesellen kann (Samenleiter). Die innere bindegewebige Lage wird allmählich zu einer von cylinderartigen Zellen bekleideten Schleimhaut, in der selbst wiederum kleine Schleimdrüschen erscheinen können (Gallenwege, pankreatischer Gang).

Anmerkung: 1) Vergl. Physiologie Bd. 1. S. 179.

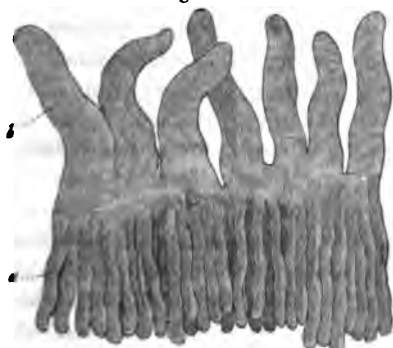
§ 203.

Ueber die einzelnen Drüsen ist Folgendes zu bemerken.

1) Zu den schlauchförmigen Drüsen des menschlichen Körpers gehören die *Bowman*'schen Drüsen der *Regio olfactoria* des Geruchsorgans, die *Lieberkühn*'schen der dünnen Gedärme, die sogenannten Dickdarmfollikel, die Magensaft- (Lab-) Drüsen und die Magenschleimdrüsen, die Uterindrüsen. Sie bestehen aus verschieden langen Schläuchen einer einfachen *Membrana propria*. Ihre Grösse, von der Dicke der Schleimhaut abhängig, wechselt von 0,1—1''' und mehr. Die Breite

schwankt bedeutend (*Bowman*'sche 0,01429—0,025''', *Lieberkühn*'sche 0,025''', Dickdarmschläuche 0,025—0,05''', Labdrüsen 0,01429—0,02'''). Die Menge derartiger Drüsen ist nicht selten eine sehr beträchtliche, so dass sie in gedrängter Stellung die Schleimhaut anfüllen. Als Beispiel mag Fig. 258, das *Lieberkühn*'sche Drüsensystem der Katze dienen. Der Schlauch bleibt gewöhnlich ungetheilt. Bei manchen unserer Drüsen, wie denen des Uterus und Magens, kann er sich in zwei, drei und mehr Aeste zerspalten. Die Zellen des Inhaltes sind theils plattenförmige und rundliche, theils cylindrische.

Fig. 258.



Lieberkühn'sche Drüsen der Katze (*a*) mit den darüber befindlichen Darmzotten *b*.

Die Knaueldrüsen werden gebildet von den kleinen und grossen Schweissdrüsen, den Ohrschmalzdrüsen und den am Cornealrande der Conjunctiva bei manchen Säugethieren vorkommenden Schläuchen. Sie haben nur noch selten, wie am Cornealrande, die einfache *Membrana propria*. An den übrigen ist die Wand derber, indem jene Haut von einer Bindegewebeschicht umhüllt wird, zu welcher als mittlere Lage noch longitudinale muskulöse Elemente hinzukommen können (grosse Schweissdrüsen der Achselhöhle). So erreicht die Wandung Dimensionen von 0,002, 0,004, ja 0,006'''. Die Weite der ansehnlich langen Gänge des Knauels schwankt von 0,02, 0,04, ja 0,06667''' und die Grösse des ganzen Konvoluts von 0,1—2 und 3'''. Der ausführende Gang ist anfangs verengt, später weiter und verliert beim Eintretreten in die geschichteten Epitheliallagen die Wandung. Die Zellenbekleidung der Drüsen ist eine mehr rundliche und plattenförmige und der Inhalt der Zellen vielfach ein fettiger.

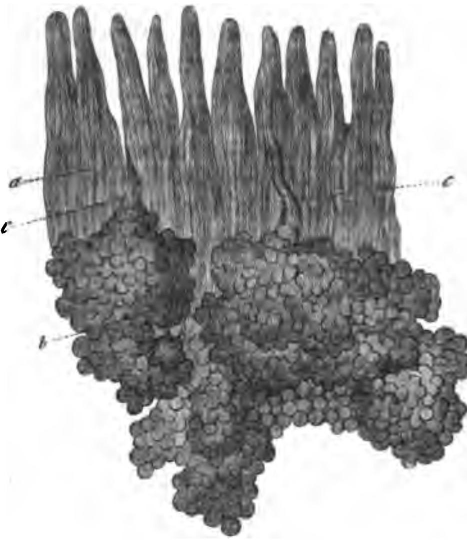
Die komplizirten röhrenartigen Drüsen haben entweder wie die Niere eine homogene Membran oder diese ist von Bindegewebe umlagert (Hoden). Die Röhren des Hodens (Samenkanälchen) sind etwa 0,05''' weit, die des ersteren Organs (Harnkanälchen) wechseln von 0,1 und 0,05 zu 0,01667''' und mehr. Die Zellen sind polyedrisch, mehr an Plattenepithelien erinnernd.

Die physiologische Bedeutung der einzelnen Schlauchdrüsen fällt ungemein manchfaltig aus.

2) Die traubigen Drüsen bilden eine grosse Reihe von Organen mit dem allerdifferentesten Ausmaasse, gleichfalls mit wechselnden Sekreten und sehr ungleicher physiologischer Bedeutung. Es gehören hierher die verschiedenen kleinen traubigen Drüschen der Mukosen unseres Leibes. Sie kommen in sehr ungleichen Mengenverhältnissen, manchmal, wie

an Stellen der Mundhöhle und im Duodenum (Fig. 259), in gedrängtester Stellung vor. Bisweilen tragen sie besondere Namen; so am letzterem Orte, wo sie *Brunner*'sche heissen. Ferner rechnen hierher die Talgdrüsen der äusseren Haut und ihre Modifikation, die *Meibom*'schen der Augenlider. Erstere beginnen als einfache flaschenförmige Säcke, um durch weitere Aussackungen der Wand kleinere und grössere traubenartige Organe zu werden.

Fig. 259.



Brunner'sche Drüsen des menschlichen Zwölffingerdarms; *a.* Darmzotten; *b.* die Drüsenkörper im submukösen Gewebe befindlich, welche mit ihren Gängen *c.* zwischen der Basis der Zotten ausmünden.

Zu den grösseren Drüsen dieser Gruppe zählen die Thränendrüse, die verschiedenen Speicheldrüsen, das Pankreas, die Milchdrüse, die *Cowper*- und *Bartholini*'schen Drüsen der Genitalien, ebenso als Drüsenaggregat die Prostata. Auch die Lungen können ihrer Gestaltung nach hier mit aufgeführt werden [1]). Die Drüsenbläschen, fast immer von feiner *Membrana propria* gebildet, differiren im Mittel von 0,05—0,02''' mit Extremen nach beiden Seiten hin. Der Inhalt besteht entweder aus rundlichen oder mehr plattenartigen Zellen. Einige haben fettreiche Sekrete. Ihrer Ausführungsgänge gedachte schon der vorige §.

3) Was endlich die aus geschlossenen Kapseln bestehenden Drüsen betrifft, so bilden diese eine kleine, in ihrer Abgrenzung gegen andere Organe, namentlich Lymphknoten, noch vielfach dunkle Gruppe. Als Vorbild eines sich nie öffnenden Kapselsystems kann die Thyreoidea dienen, bei welcher in bindegewebiger Grundlage rundliche geschlossene Drüsenkapseln von 0,05—0,025''' und weniger, bestehend aus einer homogenen zarten *Membrana propria* und einer Bekleidung kleiner rundlicher Zellen, vorkommen. Ebenso zählt möglicherweise die Rindensubstanz der Nebennieren und als aus komplizirteren Kapseln geformt die Thymus hieher. Eine durch Platzen sich öffnende und dann nach Ausschüttung des Eies und übrigen Inhaltes zu Grunde gehende Kapsel von viel bedeutenderer Grösse, von 0,5—2''' und mehr im Durchmesser, bildet das *Graaf*'sche Bläschen des Eierstocks, eingebettet in reichlichem festen Bindegewebe. Die Kapselwand besteht aus einer zarten homoge-

nen *Membrana propria*, umlagert von einer äusseren bindegewebigen gefässhaltigen Hülle. Bekleidet ist die Innenfläche von kleinen rundlichen gekernten Zellen, zwischen denen das primitive Ei sitzt.

Anmerkung. 1) Ueber die Stellung der Tonsillen und sogenannten Zungenbalgdrüsen herrschen Differenzen der Meinungen. Dieselben kommen später zur Sprache.

§ 204.

Was die Mischungsverhältnisse des Drüsengewebes angeht, so bilden diese eins der vernachlässigsten Kapitel der Histochemie. Schon über die Natur der *Membrana propria* der Drüsen sind wir nur wenig aufgeklärt. Ihre Substanz ist keine eiweissartige. Vielmehr besteht sie aus einer schwer löslichen, schwächeren Säuren und Alkalien ziemlich lange widerstehenden Materie, so dass wir an das Verhältniss der Glashäute erinnert werden. Vielfach ist das Resistenzvermögen auch gegen concentrirte Alkalien ein ansehnliches, wo alsdann elastische Substanz die Drüsenhaut herstellen dürfte, was bei der indifferenten, wenig veränderlichen Natur jener Masse für die absondernde Thätigkeit wichtig erscheint. In andern Fällen wird die Substanz der Drüsenhäute weniger ausdauernd getroffen und wir haben keine Vermuthung über ihre Mischung. Dass da, wo statt einer wasserhellen homogenen Membran bindegewebige Schichten die Organabtheilungen begrenzen, leimgebendes Gewebe vorliegt, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Die Drüsenzellen, der wichtigere Theil unserer Organe, derjenige, welcher überhaupt letztere zu Drüsen macht, bieten, abgesehen von der Inhaltsmasse der Zellenhöhlen, wenig Auffallendes dar. Ihre Hüllen bestehen meistens aus einer schon schwächeren Säuren erliegenden Substanz, bisweilen aus einer resistenteren Materie, so dass man an manche der nahe verwandten Epithelien erinnert wird. Der Kern verhält sich wie anderwärts.

Die Inhaltsmasse der Drüsenzelle jedoch ändert sich nach der spezifischen Natur des Sekretes. So treffen wir z. B. in den Zellen der Leber Körper, welche später in der Galle frei werden, wie Fette, Farbestoffe, so enthalten die Zellen der Milchdrüse das Butterfett der Milch, die der Talgdrüsen die Fettsubstanzen der Hautschmiere, die Labzellen das Pepsin des Magensaftes und anderes mehr. Auch das Mucin dürfte für die Zellen jener Drüsen, welchen man bei der Schleimbildung sich betheiligen lässt, eine Inhaltsmasse abgeben.

Haben wir somit in der Drüsenzelle die Stoffe des Sekretes als Zelleninhalt, so verhalten sie sich nach zwei Richtungen hin unter einander verschieden.

Erstens sehen wir in einem Theile unserer Organe, dass diese Substanzen nur aus dem Blute entnommen werden, um in der Zelle einfach eine Zeit lang zu verweilen. Es ist dieses beispielsweise mit den Be-

standtheilen des Nierensekrets, mit denen der Talgdrüsen der Fall, wobei wir keine bedeutendere weitere chemische Umänderung durch die Thätigkeit der Zelle darthun können. In anderen Drüsen findet eine solche, aber in unerheblicher Weise statt, wie in der Milchdrüse des Weibes, wo ein Eiweisskörper in Kasein und vermuthlich der Traubenzucker zu Milchzucker umgewandelt wird. Solche Verhältnisse bilden die Brücke zu einem anderen Verhalten, wo die Drüsenzelle durch Zerlegung überkommener Inhaltsmassen ganz neue eigenthümliche Stoffe produzirt, wie es in der Leber mit den Gallensäuren der Fall ist. Hier begegnet man noch einem anderen sehr merkwürdigen Verhalten, einer reichlichen Produktion von Traubenzucker, welcher nicht in das Sekret übergeht, sondern mit dem Lebervenenblute weggeführt wird.

Eine andere Differenz betrifft die Zelle selbst, welche entweder abgestossen nach Erzeugung ihrer spezifischen Inhaltes zu Grunde geht und diesen somit befreit (Talg-, Milch- und Magendrüsenzellen), oder den Inhalt durch die unversehrte Hülle austreten lässt und so ein bleibenderes Gebilde darstellt (Nieren- und Leberzellen).

Endlich wird der egoistische Umsatz des Drüsengewebes, d. h. der im Interesse der eigenen Ernährung stattfindende, die verbreiteteren Zersetzungsprodukte des Organismus herbeiführen müssen. In dieser Weise hat sich Leucin, meist in recht geringer Menge, als ein sehr gewöhnliches Umsetzungsprodukt der Drüsen ergeben (*Staedeler* und *Frerichs*), sehr selten reichlich, wie im Pankreas. Vereinzelter treten andere Basen wie Tyrosin, Taurin, Cystin, Sarkin, Xanthin und Guanin auf. Ebenso ist die Harnsäure in drüsigen Organen nicht stark verbreitet. Diese umgesetzten Stoffe werden, wie es scheint, theils mit dem Sekret nach aussen entleert; theils kehren sie in die Blutbahn wieder zurück.

Wie die Wirkung des Nervensystems für den Chemismus sich gestaltet, wird sich später (Speicheldrüsen) ergeben.

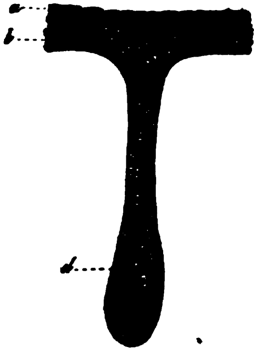
§ 205.

Was die Entwicklung der Drüsen betrifft, so wurde schon früher der epitheliale Charakter fast aller dieser Gebilde hervorgehoben. Gerade die Entstehungsweise liefert hierzu die besten Belege. Eine Reihe drüsiger Organe entwickeln sich von der äusseren Zellenschicht des fötalen Körpers, dem sogenannten Hornblatte. Sie entstehen in Form kolbiger Herabwucherungen der epithelialen Zellen, welche anfangs weder von einer Höhlung noch einer Drüsenmembran eine Spur erkennen lassen. Letztere bildet sich an der Aussenfläche des Haufens, sei es als erhärtendes Absonderungsprodukt der Zellen, sei es als diesen aufgelagerte Masse. Die Vergrösserung des Haufens erfolgt durch Theilungen der Zellen. Die durch die Zellenwucherung eingesackte faserige Hautpartie wird endlich zur bindegewebigen Umhüllungsmasse der Drüsen.

Es gehören hierher die Schweiss- und Talgdrüsen, die Milchdrüse und Thränendrüse.

Die Schweissdrüsen (Fig. 260. *d*) erzeugen sich nach *Koelliker* vom fünften Monat des Fruchtlebens. Anfangs kleine flaschenförmige Wucherungen der Zellen des *Malpighi*schen Schleimnetzes, dringen sie in den folgenden Monaten tiefer durch die Haut nach abwärts, um sich am unteren Ende allmählich hakenförmig zu krümmen. Jetzt beginnt die Andeutung einer kanalartigen Aushöhlung in der Achse des Zellenhaufens zu erscheinen und die Mündung nach aussen sich anzubahnen. — Auch die Talgdrüsen, deren erste Spuren man etwas früher bemerkt, sind seitliche solide Wucherungen, der die embryonale Haarbalganlage bildenden unteren Epithelialzellen und von derselben flaschenartigen Gestalt. Sehr frühe beginnen die innersten Zellen unter Vergrösserung die so bezeichnende Fettinfiltration zu erleiden. Durch ein fortgehendes wucherndes Wachsthum bilden sich allmählich die bläschenartigen Aussackungen entwickelter Talgdrüsen hervor.

Fig. 260.



Die Schweissdrüse eines Fötus von 5 Monaten; *a. b.* die oberflächlichen u. tieferen Schichten der Oberhaut. Letztere bilden in zapfenartiger Wucherung die Drüsenanlage *d.* (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

In ganz verwandter Art entwickelt sich vom vierten und fünften Monate an die Milchdrüse. Um den Zellenhaufen bemerkt man eine bindegewebige Umhüllungsmasse, eine Einstülpung der äusseren Haut. Erst aber mit dem Eintritt der Pubertät und der Schwangerschaft gelangt das Organ zur vollen Ausbildung.

Nach ganz ähnlichen Verhältnissen gestaltet sich die Entwicklung eines Theiles der Darmdrüsen und der damit in Verbindung stehenden grösseren Organe. An die Stelle der Zellen des Hornblattes treten hier die Elemente des Drüsenblattes, welches in flächenhafter Anordnung zum Darmepithelium wird. Man kennt indessen diese Vorgänge vielfach noch sehr ungenügend, wie beispielsweise für die Labdrüsen und die Dickdarmschläuche, während die *Lieberkühn*'schen von anfang an hohle Ausstülpungen darzustellen scheinen. Solide Zellenmasssen bilden dagegen die ersten Anlagen der *Brunner*'schen und auch wohl der übrigen traubigen Schleimdrüsen. Einen analogen Bildungsgang scheinen auch die Speicheldrüsen einzuhalten, nur das eine viel ausgedehntere Wucherung zu rundlichen, das Drüsenbläschen bildenden Zellenhaufen stattfindet. Das Pankreas beginnt mit einer hohlen Einstülpung, deren Zellenbekleidung wuchernd in gleicher Weise die Drüsenläppchen und Bläschen in das Leben ruft.

Schilddrüse und Thymus sollen sich nach *Remak* in eigenthümlicher Art als Abschnürungen vom Schlundtheile des Nahrungsrohrs bilden. Dieses

Prozesses jedoch, ebenso der Bildungsgeschichte anderer drüsiger Organe, wird der dritte Theil des Werkes zu gedenken haben [1]).

Anmerkung: 1) Ueber die Entwicklungsgeschichte der Drüsen im Allgemeinen vergl. man das *Remak*'sche Werk, ebenso die Mikrosk. Anat. von *Koelliker*. Die Entstehung der Schweiss- und Talgdrüsen untersuchte der letztere Forscher (seine und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 2. S. 67), diejenige der Milchdrüse *Langer* (Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 31. S. 25).

16. Die Gefässe.

§ 206.

Man kann eigentlich nur von einem besonderen Gefässgewebe [1]) bei den kleinsten mikroskopischen Röhren sprechen, indem bei den grösseren und grossen Stämmen neben Epithelium bindegewebige, elastische und muskulöse Massen die Wände bilden, mithin Gewebe, welche schon früher ihre Erörterung fanden. Da aber die dünnen Röhren mit ihrer einfachen Textur durch die allmählichsten Uebergänge in die stärkeren, komplizirt gebauten sich fortsetzen, ist eine Gesammtbetrachtung der Blut- und Lymphgefässe zweckmässig.

Fig. 261.



Feine Blutgefässe aus der *Pia mater* des menschlichen Gehirns. *A*. Ein Stämmchen *c*, welches nach oben in zwei zarte Kapillaren *a*. *b*. übergeht und abwärts bei *d*. aus einer doppelten Haut besteht. *B*. Ein ähnliches Röhrchen *b*. mit der Verästelung *a*. *C*. Ein weiteres Gefäss mit doppelter Membran, der inneren *a*. mit längslaufenden und der äusseren *b*, sowie dazwischen befindlichen querstehenden Kernen.

Bekanntlich unterscheidet man Röhren, welche den Blutstrom aus dem Herzen wegführen, die Arterien und andere, welche ihn gegen letzteres zurückbringen, die Venen. Zwischen die Verästelungen beider schiebt sich verbindend das System der Haargefässe oder Kapillaren. Letztere, gegenüber den nur leitenden Arterien und Venen, bilden den physiologisch wichtigsten Theil des Ganzen, indem durch ihre dünnen Wandungen hindurch die Wechselwirkung zwischen Blut- und Organflüssigkeit und die Absonderung erfolgt.

Die feinsten Haargefässe, welche jedoch nicht in allen Theilen

des Körpers vorkommen, sind Röhren, gerade noch weit genug, um die einzelne Blutzelle, oft nur mit einer gewissen Kompression, hindurch zu lassen. Das Lumen kann daher für sie zu 0,002—0,00300''' angenommen werden, während andere ansehnlichere bis 0,005''' und mehr erreichen.

Diese Kanäle (Fig. 261 *A. B*) bieten eine höchst einfache Textur dar. Ihre in der Regel sehr dünne Wand ist vollkommen wasserhell, strukturlos, von einer bedeutenden Dehnbarkeit und Elastizität und auch in chemischer Hinsicht gleich dem Sarcolemma der Muskelfäden und der Primitivscheide der Nerven mit den Reaktionen der elastischen Substanz versehen. An ihrer Innenfläche, oder auch bei stärkerer Beschaffenheit der Wand in dieser selbst, liegen rundliche oder längliche, mit Nucleolis versehene Kerne von 0,0025—0,00333''' Grösse, meistens in unregelmässigen, aber ansehnlicheren Zwischenräumen hinter einander (*A. a. b. B. a*), bisweilen aber schon mehr alternirend (*A. a. B. b*). Letztere Stellung wird dann an stärkeren, 0,005''' und mehr betragenden Stämmchen (*A. c*) zur Regel. Die sonstige Beschaffenheit bleibt dieselbe; nur kann die Röhrenwandung eine ansehnlichere Dicke, bis etwa 0,00083''' erlangen. Die Längsachse der Kerne fällt mit der des Gefässes zusammen, so dass man jene längsovale nennt.

Von diesen einfachsten Gefässen gelangt man zu weiteren mit einem Durchmesser von 0,00625''' und mehr, bei welchen zu der ursprünglichen, jetzt schon mehrere Kerne neben einander führenden Haut eine zweite äussere gleichfalls strukturlose Hülle hinzugekommen ist, welche entweder mehr kernlos erscheint oder einzelne Nuclei abermals in longitudinaler Richtung erkennen lässt.

Es muss die Frage entstehen, ob diese beiden Häute in ihrer einfachsten Form als Vorbilder jener Schichten betrachtet werden können, welche die Wandung der grösseren Gefässe bilden und bekanntlich von den Anatomen mit dem Namen der inneren (*Tunica intima*), mittleren (*T. media*) und äusseren Gefässhaut (*T. adventitia*) bezeichnet worden sind. Diese Frage ist bejahend zu beantworten, indem die innere ursprüngliche Gefässhaut die erste Andeutung der kommenden *T. intima*, die äusserlich zu ihr hinzugetretene die der äusseren Haut grösserer Stämme darstellt.

Schon an recht feinen, aber gegen die Arterien gerichteten und somit arteriellen Charakter beurkundenden Gefässen (*A. d. C*) schiebt sich zwischen beide Membranen eine dünne Lage vereinzelter, quergestellter kontraktiler Faserzellen ein, deren Kerne leicht zu sehen sind. Man hat letztere querovale genannt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass hiermit denn auch die erste Anlage der mittleren Gefässhaut grösserer Röhren gegeben ist.

In Stämmchen von einer geringen Weite beginnt aber auf der Innenfläche der ursprünglichen Membran eine reichlichere Zahl längsovaler, ziemlich blass kontourirter Zellenkerne aufzutreten. Sie werden

als erste Erscheinungsform des Gefässepitheliums (§ 106) angesehen, welches von nun an in geringen Modifikationen zum integrirenden Bestandtheil der Gefässwandung sich gestaltet.

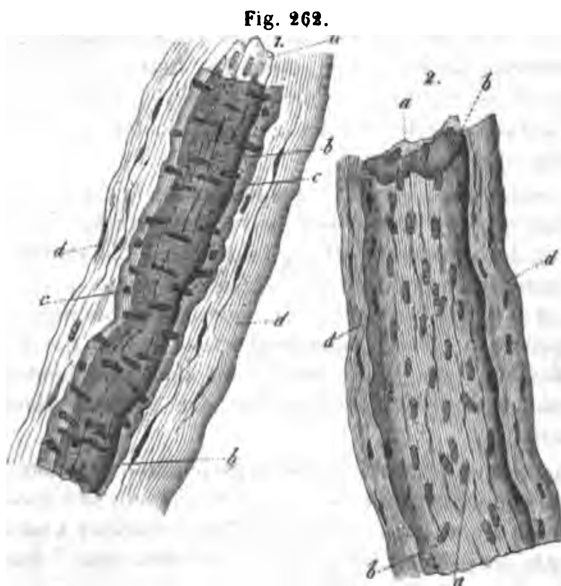
Es besteht also die Wand derartiger feiner Gefässe von innen nach aussen aus dem Epithelium, der homogenen, Längskerne führenden inneren Membran, welche umstellt ist von vereinzelten queren Faserzellen und endlich umhüllt wird von einer strukturlosen, Längskerne zeigenden äusseren Hülle.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle's* allgem. Anat. S. 478; *Gerlach* a. a. O. S. 207; *Koelliker* a. a. O. Bd. 2. Abth. 2. S. 482; *Todd-Bowman Vol. 2. p.* 345; ferner *Donders* und *Jansen* im Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 7. S. 359; *Schultze, de arteriarum structura. Gryphiae* 1850 *Diss.*; *Remak* in *Müller's* Archiv 1850. S. 79; *Reichert* ebendaselbst 1849. S. 517 u. A. m.

§ 207.

Gefässe dieser Art, wie wir sie am Ende des vorigen § kennen lernten, können also nicht mehr Kapillaren genannt werden und tragen vielmehr schon den Charakter feiner Arterien- und Venenzweige. Nach dieser ihrer Natur bieten sie einmal gewisse Differenzen dar, zu welchen noch eine Reihe anderer, sei es mehr lokaler, sei es mehr individueller Art, hinzukommen.

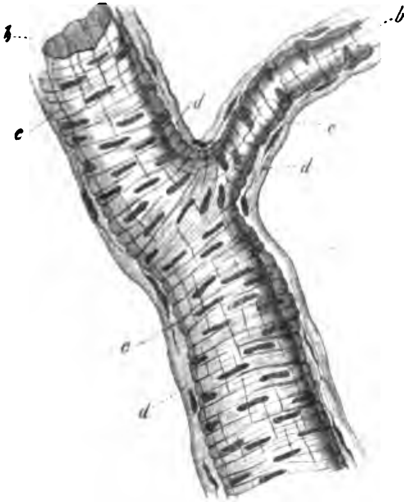
Fig. 262.



Zwei stärkere Gefässe aus der *Pia mater* des menschlichen Gehirns; 1. ein kleiner arterieller Stamm, 2. ein venöser; *a*. das Epithelium, *b*. die innere, *c*. die mittlere, *d*. die äussere Gefässhaut.

Halten wir uns an Gefässe von etwa 0,0125—0,02''' Stärke (Fig. 262), so bemerken wir an einem derartigen venösen Stämmchen (2) nur zwei Gefässhäute, die innere (*b*), welche unter Verlust der Kerne zu einer ziemlich resistenten, homogenen elastischen Membran geworden ist, ausgezeichnet durch die Neigung, kleinere oder grössere Längsfalten zu bilden,

Fig. 263.



Ein arterielles Stämmchen. Das Epithelium ist weggelassen. Bei *b.* die homogene kernlose Innenschicht; *c.* die aus kontraktilen Faserzellen gebildete mittlere; *d.* die bindegewebige äussere.

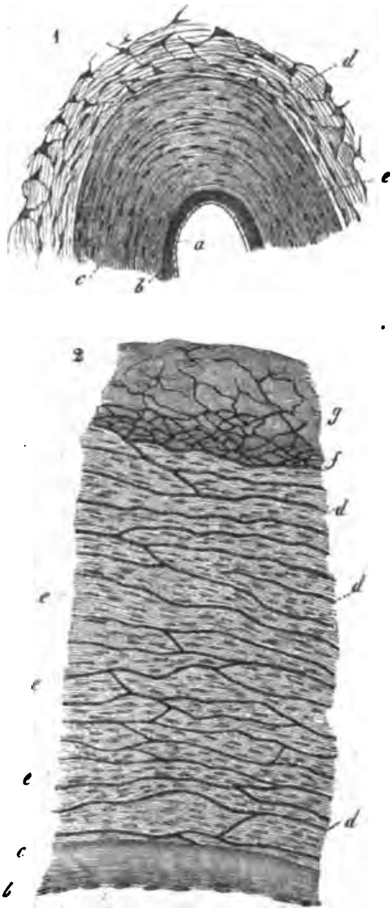
und zweitens die äussere bindegewebige Umhüllung, eine streifige Lage mit länglichen Kernen und spindelförmigen Bindegewebskörperchen (*d*). Die Innenfläche des Gefässes wird endlich noch bedeckt von dem Epithelium, dessen Kerne leicht zu entdecken sind (*a*).

Vergleichen wir damit ein arterielles Stämmchen (1), so finden wir die eben besprochenen dreierlei Lagen (*a.*, *b.*, *d*) wieder, aber zwischen der inneren elastischen Membran und der äusseren bindegewebigen erscheint in einer gewissen Stärke die Schicht quergestellter aneinander gereihter kontraktiler Faserzellen (*c*), deren längliche Kerne im Querschnitte kreisförmig sich darbieten. Schöner tritt letztere Schicht an anderen arteriellen Stämmchen (Fig. 263. *c*) hervor, sei es noch in einer einzigen oder schon in mehrfacherer Lage.

Soweit vermögen wir das Gefässrohr in seiner Totalität der mikroskopischen Analyse zu unterwerfen. Grössere Gefässe müssen in ihren Theilen untersucht werden; sei es, dass man die Wände zerreisst oder Lagen mit der Pinzette dem aufgeschlitzten Rohre entnimmt oder sich endlich an Schnitte der vorher getrockneten Wandung hält.

Die weiteren Umwandlungen[1]), von den sich zunächst anreihenden bis zu den entferntesten der grössten Blutgefässstämme, bestehen nun darin, dass mit Ausnahme der einfach bleibenden Epitheliallage die übrigen Lagen, namentlich die innere und mittlere, sich mehr und mehr zu schichten beginnen und so die wachsende Dicke der Gefässwand erzielen. Die innere Schichtungsgruppe behält in ihren über einander gebetteten Membranen wesentlich die elastische Natur bei und bietet die verschiedensten Erscheinungsformen des elastischen Gewebes unter longitudinaler Anordnung dar. Die mittlere Gruppe verwandelt sich in ein System über einander befindlicher Lagen von glatter Muskulatur, von Bindegewebe und elastischem mit einer transversalen Verlaufsweise. Die äussere Schicht endlich wird zu einem immer massenhafteren Bindegewebe unter steigender Ausbildung elastischer Netze. Fig. 264, welche bei 1. den Querschnitt durch die Nabelarterie des achtmonatlichen Fötus, bei 2. eine grosse Arterie des Erwachsenen in derselben Behandlung

Fig. 264.



Querschnitte durch arterielle Gefässe. 1. Die Nabelarterie des achtmonatlichen menschlichen Embryos; *a.* Epithelium; *b.* die Lagen der inneren Gefässhaut; *c.* die Muskelschichten der mittleren, ohne dazwischen befindliche elastische Elemente; *d.* die aus Gallertgewebe bestehende äussere. 2. Eine grosse Arterie des Erwachsenen; *a.* und *b.* wie bei Fig. 1; *c.* die Grenze der inneren Haut gegen die mittlere; *d.* die elastischen und *e.* die muskulösen Lagen der mittleren Schichtung; *g.* die bindegewebige, von elastischen Netzen durchzogene äussere Gefässhaut; bei *f.* nach einwärts erreicht das elastische Fasernetz eine überwiegende Entwicklung.

bringt, kann von dieser Struktur eine vorläufige Vorstellung gewähren. Festzuhalten ist noch, dass die Wandung der Venen dünner als der entsprechenden Arterien bleibt, ein Umstand, welcher besonders mit der geringeren Ausbildung der mittleren Schichtungsgruppe in den erst genannten Gefässen zusammenfällt.

Kleine Venen, welche sich als weitere Stufen an das Fig. 262. 2. angeführte Gefäss anreihen, beginnen erst viel später als die korrespondirenden arteriellen Röhren die Muskellagen zu gewinnen. Ein venöses Gefäss von 0,1''' zeigt uns beispielsweise eine mit feinen elastischen Längsnetzen versehene innere Haut, einige Muskellagen in der mittleren mit dazwischen befindlichen elastischen Netzen und bindegewebigen Schichten und eine aus fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern gebildete dickere äussere Lage.

An mittelstarken Venen besteht die innere Haut aus über einander gebetteten Schichten elastischer Membranen und derartiger längslaufender Fasernetze, zwischen welche sich sogar die Elemente der glatten Muskulatur einschieben können. Die mittlere Schichtungsgruppe wird gebildet von querlaufendem Bindegewebe mit ebenso gerichteten elastischen Netzen und kontraktilen Faserzellen. Zwischen ihnen erscheinen jedoch auch elastische Häute, deren Fasern einen longitudinalen Verlauf einhalten. — Die mittlere Lage derartiger Gefässe steht zwar immer derjenigen der Arterien beträchtlich nach, ist aber

reich an muskulösen Elementen. Die starke äussere Gefässhaut ist Bindegewebe mit elastischen Längsnetzen. Glatte Muskeln können aber auch hier noch vorkommen.

Die grössten Venen endlich zeigen eine ähnliche innerste Schichtungsgruppe, während die Mittellage verhältnissmässig unentwickelter bleibt, ja ausnahmsweise sogar ganz fehlen kann. Ihre muskulösen Elemente sind spärlicher, von reichlichem querlaufenden Bindegewebe begleitet. Elastische Längsfasernetze haben sich im Uebrigen auch hier erhalten. Ein eigenthümlicher Umstand für die im Allgemeinen sehr stark ausgebildete äussere Lage ist das bei manchen Venen beobachtete Vorkommen einer sehr reichlichen Längsmuskulatur, welche in verschiedener Mächtigkeit den inneren Theil einzunehmen pflegt und von querlaufendem Bindegewebe durchsetzt wird. Einzelne Venen zeigen überhaupt eine ganz excessive Entwicklung der muskulösen Elemente (wie z. B. die des schwangeren Uterus), während sie in anderen (z. B. den Blutleitern der *Dura mater*) gänzlich vermisst wird.

Die vom Epithelium bedeckten Klappen der Venen bestehen aus Bindegewebe mit elastischen Zumischungen.

In kleineren Arterien bleiben die innere und äussere Lage so ziemlich unverändert. Doch gewinnt die erstere vielfach durch beginnende Resorption einzelner Stellen allmählich den Charakter einer netzartig durchbrochenen elastischen Haut, einer sogenannten gefensterten Membran (§ 144) oder die Verdichtung führt zur Bildung eines elastischen Längsnetzes. Die mittlere Lage besteht aus mehreren Schichten übereinander gebetteter, quergerichteter glatter Muskelzellen und in der äusseren wird das Bindegewebe fibrillär und die Bindegewebskörperchen verbinden sich zum feinen elastischen Fasernetze.

Es sei erlaubt hier der Nabelarterien (Fig. 264. 1) zu gedenken. Dieselben zeichnen sich durch eine ganz ausserordentliche Entwicklung der muskulösen Mittelschicht (*c*) aus, und als eine *Tunica adventitia* (*d*) erscheint noch das netzartige Gewebe sternförmiger Bildungszellen, wie wir es früher (§ 131) als Gallertgewebe der *Wharton*'schen Sulze aufführten.

Etwas stärkere Stämme von 1‴ und mehr zeigen in der inneren Lage eine zunehmende Uebereinanderhäufung des elastischen Gewebes. Ebenso schieben sich in der *Tunica media* zwischen die mächtig zunehmenden Schichten glatter Muskeln unvollkommen gebildete Membranen elastischer Natur mit querlaufenden elastischen Fasernetzen ein und in der äusseren Haut gewinnen die letzteren ebenfalls eine grössere Ausbildung. In Gefässen von zunehmender Weite beginnen diese elastischen Netze sich mehr und mehr zu entwickeln, namentlich nach einwärts gegen die Grenze der *Tunica media* hin.

Wenden wir uns endlich zu den grössten arteriellen Stämmen des Körpers (Fig. 264. 2), so hat hier die innere Haut (*b*) durch steigende

Zahl der elastischen Schichten an Dicke zugenommen. Diese selbst erscheinen der Manchfaltigkeit des elastischen Gewebes gemäss bald mehr in Form von Membranen, bald in Gestalt membranös aneinandergereihter Längsnetze, bald unter dem Ansehen der gefensterten Membranen. In der mittleren Schichtung tritt (*d. e*) der häutige Charakter der querlaufenden elastischen Fasernetze mehr und mehr hervor. Letztere können starke dicke Fasern zeigen oder feine und zarte, wobei dann oft wieder unter Durchlöcherung der verbindenden Zwischensubstanz die gefensterte Beschaffenheit sichtbar wird. Im Allgemeinen schieben sich diese elastischen hautartigen Lagen (*d*), deren Menge auf 30, 40, 50 und mehr sich erheben kann, ziemlich regelmässig zwischen die Schichten der Muskulatur (*e*). Die letztere ist ungleich entwickelt, vielfach nicht besonders, was mit der Ausbildung der elastischen Zwischenlagen zusammenhängen mag. In der äussersten Lage (*g*) bilden sich nach einwärts oftmals die elastischen Netze mehr und mehr aus (*f*), so dass sie bei grossen Säugern, z. B. dem Wallfisch, eine der stärksten Erscheinungsformen des elastischen Gewebes überhaupt repräsentiren. — Ausnahmsweise kann glatte Muskelmasse auch in der inneren Haut menschlicher Arterien vorkommen. Die entsprechende Muskulatur der äusseren Lagen, wie wir sie für Venen kennen gelernt haben, scheint unserem Körper gänzlich abzugehen.

Schon von kleinen Stämmen an erhalten die Gefässe zur Ernährung der Wand dienende Blutgefässe, *Vasa vasorum*, welche sich jedoch auf die mittlere und besonders die äussere Schichtungsgruppe beschränken. In der letzteren sind sie ziemlich zahlreich, denen des formlosen Bindegewebes verwandt, aber engere Netze bildend. Etwas später erst treten sie in der Mittelschicht auf. Man hat sie hier bei Arterien ein gestrecktes querlaufendes Netz enger Röhren darstellen sehen (*Gerlach*[2]).

Die Nerven der Gefässe, vom Sympathicus und aus Rückenmarksnerven stammend, breiten sich in der äusseren und mittleren Lage grösserer Stämme aus. Es wurden an ihnen Theilungen der Fasern beobachtet. An Venen hat man Nerven nur vereinzelt getroffen, reichlicher an Arterien, obgleich auch hier beträchtliche Verschiedenheiten vorkommen. Den Kapillaren fehlen sie durchaus.

Anmerkung: 1) Man vergl. über diesen Gegenstand die Behandlung in dem grossen *Koelliker*'schen Werke, Bd. 2. Abth. 2. S. 505 etc. — 2) a. a. O. S. 228.

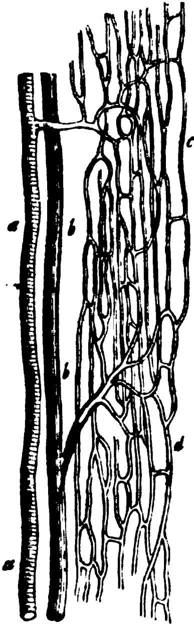
§ 208.

Das Kapillarsystem[1]), als der für das Geschehen des Körpers wichtigste Theil der Blutgefässe, bedarf noch einer näheren Besprechung.

Schon früher sahen wir, dass seine Grenzen gegen die Arterien und

Venen hin in keiner Weise scharf zu ziehen sind, da es sich eben nur um die feinsten Uebergangsröhren zwischen jenen beiden handelt. Bezeichnend für die Haargefässe ist der Umstand, dass ihre Röhren durch Abgabe von Aesten nicht mehr auffallend feiner werden und mit einander Netze von ziemlich gleich grossen und ziemlich gleich geformten Maschen in einem Organe bilden (Fig. 265. *c. d*). Die Dicke der so verbundenen Kapillaren ist für die einzelnen Körpertheile aber keineswegs die gleiche, indem die feinsten dieser Röhren durchaus nicht überall vorkommen. So besitzen die engsten Haargefässe das Gehirn und die Retina. Ihr Durchmesser in diesen Theilen kann auf 0,00300—0,00286, ja für einzelne bis herunter zu 0,0025‴ angenommen werden. Etwas weiter erscheinen sie in den Muskeln mit 0,00333‴. Abermals stärker gestalten sich die Gefässe des Bindegewebes, der äusseren Haut und der Schleimhäute. Der Durchmesser der Kapillaren der meisten Drüsen, der Leber, Nieren und Lungen liegt zwischen 0,004—0,00602‴. Die ansehnlichsten zeigt uns das Knochengewebe mit etwa 0,01‴. — Bei der Elastizität des Kapillarrohrs und seinem durch geringe oder übermässige Anfüllung sehr wechselnden Durchmesser versteht es sich übrigens von selbst, dass derartige Bestimmungen nur eine ungefähre Gültigkeit beanspruchen können. Ebenso müssen für andere Wirbelthierklassen mit der zunehmenden Grösse der Blutzellen die feinsten Haargefässe schon weiter ausfallen.

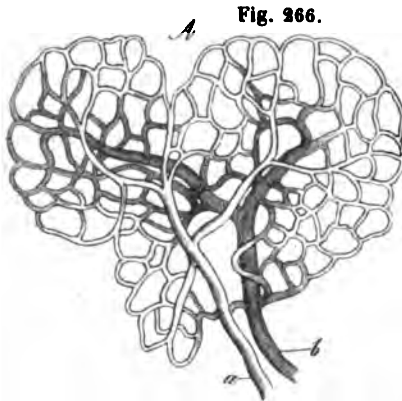
Fig 265.



Gefässe des quergestreiften Muskels; *a* Arterie; *b* Vene; *c* u. *d* das gestreckte Kapillarnetz (Kopie nach *Todd* u. *Bowman*.)

Was die Entfernung der Röhren von einander und den dadurch bedingten geringeren oder grösseren Gefässreichthum eines Körpertheils angeht, so kommen hier sehr beträchtliche Differenzen vor. Am blutreichsten fallen die Lunge, die Drüsen, die Mukosen und die äussere Haut aus, während andere Theile, wie die serösen und fibrösen Häute, die Nervenstämme, sehr blutarme Gebilde sind. Endlich stellen manche, wie die Linse, die Cornea, die Knorpel und die Epithelialgebilde mit den Nägeln gefässlose Gewebe dar. Es begreift sich bei der Kleinheit der Formelemente, dass in gefässarmen Organen nur ansehnliche Gruppen jener von einem Kapillarnetze umgeben werden können. Aber auch in den blutreichsten Theilen sehen wir das Kapillarrohr immer an der Aussenfläche des Elementargebildes bleiben und nie in das Innere eindringen;

Fig. 266.



Gefässe der Fettzellen. *A* Das Arterien- (*a*), Venenstämmchen (*b*) mit dem rundlichen Kapillarnetz eines Fetttr äubchens. *B* Die Kapillaren dreier Fettzellen (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

höchstens wird vom Gefässnetz jedes Formelement vereinzelt umgeben, wie die Fettzelle (§ 135) und der Muskelfaden (§ 178).

Die Gestalt der Haargefässnetze ist eine ungemein manchfache und nicht selten dabei für die verschiedenen Theile so bezeichnende, dass ein geübtes Auge an einem Injektionspräparate mit Leichtigkeit das Organ zu erkennen vermag. In der Hauptsache ist diese Form bedingt von der Textur der Theile, von der Gestalt und Gruppirung ihrer Formelemente (Fig. 266. *A*. *B*). Rundliche Gebilde, wie die Fettzellen und die Endbläschen traubiger Drüsen, bieten in dieser Weise ein rundliches Kapillarnetz dar, ebenso die kreisförmigen Mündungen der schlauchförmigen Schleimhautdrüsen. Die mehr radienartig gestellten Zellen eines Leberläppchens, welche Fig. 245 vorführte, bringen einen strahligen Verlauf in das an sich rundliche Netz dieses Theiles (Fig. 267). Umgekehrt sehen wir durch die gestreckte Form regelmässig gruppirter Elementartheile das Haargefässnetz ebenfalls zum gestreckten, oft mit sehr langen und schmalen Maschen, sich gestalten; so in den Muskeln (Fig. 265. *c*. *d*), den Nerven, den schlauchförmigen Drüsen, wie z. B. denen des Magens (Fig. 244).

Fig. 267.



Kapillarnetz der Kaninchenleber.

Man begreift leicht, wie beiderlei Hauptformen der Kapillarnetze im Einzelnen wieder unter einer Menge von Modifikationen auftreten können.

In kegelförmigen Vorsprüngen, wie sie auf der äusseren Haut als sogenannte Gefühlswärzchen vorkommen, ebenso auf Mukosen sich finden können, führt der enge Raum eine sogenannte Kapillarschlinge herbei (Fig. 268).

Erreichen diese kegelförmigen Erhebungen grössere Dimensionen, wie es mit den Zotten der dünnen Gedärme der Fall ist, so entwickelt

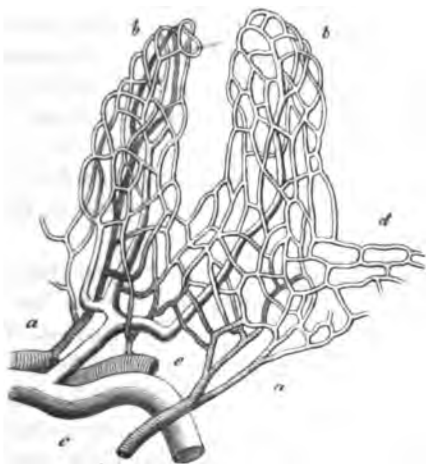
Fig. 268.



Kapillarschlingen der Gefühlswärzchen der äusseren Haut (Kopie nach *Ecker*).

sich das sogenannte Schlingennetz, eine weitere Komplikation des vorigen, indem zwischen die beiden (oder mehrfachen) Gefässe der Schleife in querem Verlauf ein verbindendes Röhrenwerk sich einschiebt (Fig. 269. *b*).

Fig. 269.



Das Schlingennetz der Darmzotten. *a* Arterienzweige mit dem Kapillarnetze *b* und den rundlichen Gefässnetzen um die Ausmündung der *Lieberkühn*'schen Drüsenschläuche *d*; *c* die Venenäste.

Fig. 270.



Gefässknauel der Niere nach *Bowman*. *a* Arterielles Stämmchen; *b* sein Zweig, bei *c* zum Glomerulus werdend, der vom kolbig erweiterten Harnkanal *d* umgeben ist; *e* ausführendes Rohr mit dem Uebergang in das Kapillarnetz und dem Venenanfang *f*.

Endlich möge in dieser Skizze noch des sogenannten Glomerulus oder Gefässknauels gedacht sein, wie wir ihn als eine bezeichnende Eigenthümlichkeit der Niere antreffen (Fig. 270). Ein mikroskopisches arterielles Aestchen (*b*) windet sich mit einem Male, dem unteren Theile einer Schweissdrüse gleich, knauelartig zusammen (*c*), entweder ohne oder, wie bei Mensch und Säugethier, mit einer geringen weiteren Verästelung im Konvolut und aus diesem tritt ein ausführendes Gefäss hervor, welches erst in einiger Entfernung in das Kapillarnetz (*e*) sich auflöst.

Anmerkung: 1) Ein nothwendiges Hilfsmittel zur Erforschung der Kapillarnetze sind Injektionen, d. h. Einspritzungen der Gefässe mit gefärbten Massen. Man bedient sich theils undurchsichtiger, theils transparenter Farbestoffe. Richtige Vorstellungen von dem Verhalten der Gefässe gewährt aber nur die Untersuchung feuchter Theile, da durch das Einschrumpfen beim Trocknen eine Menge Täuschungen veranlasst werden können. Ueber die Technik vergl. man *Harting*, das Mikroskop, Uebersetzung von *Theile*. Braunschweig 1858. S. 407. Schöne Abbildungen injizirter Organe enthält das Werk von *Berres*, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Wien 1836—42; ferner die *Icones physiol.* von *Wagner* und die von *Ecker* veranstaltete Ausgabe. Man vergl. auch *Hassal*, *The microcopical anatomy of the human body in health and disease. London* 1846—49 und die Lehrbücher von *Todd-Bowmann*, *Koelliker* und *Gerlach*.

§ 209.

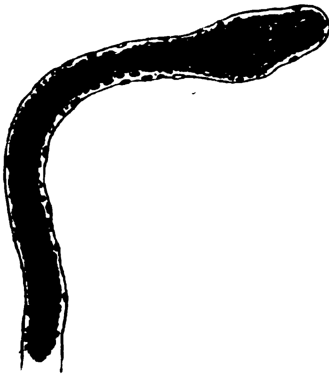
Das Lymphgefässsystem bildet einen Anhang der Blutbahn, bestimmt die aus den Haargefässen transsudirte und mit den Zersetzungsprodukten der Gewebe geschwängerte Ernährungsflüssigkeit dem Blutstrome zurückzuführen, ebenso mit ihren in der Dünndarmschleimhaut wurzelnden Röhren zur Zeit der Verdauung den Chylus aufzunehmen, Verhältnisse, welche schon früher § 101 erwähnt wurden. Indem somit die Lymphgefässe nur für die Zuleitung zu der Blutbahn bestimmt sind, gehen ihnen den Arterien entsprechende Kanäle gänzlich ab. Sie bestehen vielmehr aus einem dem Blutkapillarsystem entsprechenden Theile und daraus entspringenden Abflussröhren, welche den Venen vergleichbar sind.

Die Lymphgefässe verbreiten sich weit durch den Körper. Im Allgemeinen sind sie den blutführenden Theilen zukommend. Doch hat man sie in der Gehirnsubstanz, dem innern Ohr und im Auge vermisst. Blutlosen Geweben, wie der Oberhaut, den Nägeln, Knorpeln, gehen sie ab.

Ueber die Anfänge des Lymphgefässsystemes herrscht noch beträchtliche Dunkelheit, da die zahlreichen Klappen stärkerer Stämme den Injektionen den grössten Widerstand entgegensetzen[1]) und der farblose Inhalt das unmittelbare Erkennen der feinsten Lymphröhren fast unmöglich macht. Nur besonders durchsichtige Theile können vereinzelte Anschauungen gewähren. Günstiger gestaltet sich um seines dunklen fettigen Inhaltes willen zur Zeit der Verdauung der Chylusbezirk und gerade er hat für Säugethier und Mensch die einzigen Anschauungen bis zur Stunde dargeboten.

Untersucht man die Darmzotten eines Säugethieres, welches einige Stunden vorher mit fettreicher Nahrung gefüttert wurde, am besten eines noch saugenden jungen Geschöpfes (Fig. 271), so sieht man in dem Centraltheile der Zotte einen mit kleinen Fettmolekülen dicht erfüllten und darum dunklen, die Achse durchziehenden Gang, welcher nach oben gegen die Spitze der Zotte hin häufig mit kolbiger Anschwellung endigt.

Fig. 271.

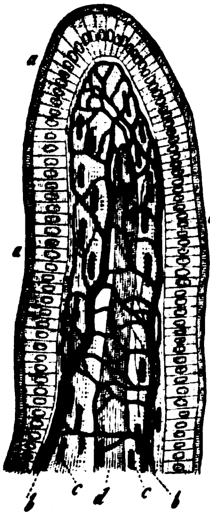


Darmzotte eines Ziegenlamms während der Verdauung, mit Essigsäure behandelt.

Er kommt in dünnen schlanken Zotten nur einfach, in breiteren auch doppelt, ja sogar drei- und vierfach, wie man gesehen hat, vor.

Bei genauer Durchmusterung (Fig. 272) sieht man dieses Gefäss (*d*), welches einen Quermesser von 0,00833 — 0,0125‴ besitzt, mit dünner, aber deutlicher homogener Wand versehen und nach oben blind (bisweilen bis zu 0,01333‴) geendigt, ohne dass hier ein feineres Kanalwerk sich einsenkte. Man hat in neuerer Zeit das centrale Chylusgefässsystem nur für eine Aushöhlung in der bindegewebigen Substanz der Darmzotte ansehen wollen, allein mit Unrecht[2]). Ich habe mehrmals die Zotte halb querzerrissen getroffen und an dieser Stelle die unversehrte Wand des Achsenkanales isolirt erhalten. Unser Chylusgefäss wird von dem im vorigen § erwähnten Schlingennetz (*b*) umsponnen und hat zwischen sich und dem letzteren in interessanter Weise dünne Lagen kontraktiler Faserzellen (*c*).

Fig. 272.



Eine Darmzotte nach *Leydig*. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Cylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Achse befindliche Chylusgefäss.

Eigentliche Lymphgefässe (im engeren Sinne des Wortes) hat man in ihren ersten Anfängen — und, wie ich glaube, mit aller Sicherheit — an dem Schwanze der Froschlarven beobachtet (*Koelliker*)[3]).

Sie erscheinen hier unter einem sehr abweichenden Bilde als viel feinere, 0,002 — 0,005‴ messende Röhrchen, bestehend aus dünner homogener, kernführender Wand, welche eine Menge zackiger, kleiner Aussackungen bildet. Das Ganze hat die Gestalt einer baumförmigen, mehr spitzwinkligen Verzweigung und nicht das netzartige Ansehen der Blutkapillaren. Die Endröhren gehen in feine fadenförmige Ausläufer über, welche nach ähnlichen Fortsätzen sternförmiger Bildungszellen gerichtet sind[4]).

Die entstandenen Lymphgefässe bilden nach unserem jetzigen Wis-

sen mit verhältnissmässig weiten Röhren Netze von einer ansehnlichen Grösse der Maschen.

Was die Textur der feineren und stärkeren Röhren des Lymphsystems betrifft, so ist sie derjenigen der Gefässe analog und am meisten der der Venen sich anschliessend. Kleine Stämme zeigen, wie *Koelliker* fand, in der äusseren Haut schief- und längslaufende Straten kontraktiler Faserzellen. Die Klappen verhalten sich wie bei Venen.

Anmerkung: 1) Die Methoden, deren man sich zur Darstellung der Lymphgefässe bedient hat, bestehen einmal darin, dass man mit Ueberwindung des Klappenwiderstandes die Injektionsmassen peripherisch vorzutreiben sucht, oder dass man auf das Geradewohl die Injektionsröhre in das Gewebe einführt, um von hier aus vorkommende Lymphgefässe zu erfüllen, oder dass man gefärbte Flüssigkeiten in die Höhlensysteme des Organismus einführt in der Hoffnung, dass sich alsdann durch Haarröhrchenanziehung die Gefässe von ihrer angeblich freien Mündung aus erfüllen. — 2) Man vergl. *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« im Handw. d. Phys. Bd. 3. Abth. 1. S. 751; *Koelliker's* Mikrosk Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 158; *Brücke* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 6. S. 99; *Funke* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 6. S. 307 und Bd. 7. S. 315; *Donders*, Physiologie Bd. 1. S. 309 und das *Leydig*'sche Werk S. 294. — 3) *Annales de sc. nat. Zoologie. Série II. Tome* 6. *p.* 97. — 4) Ganz zweifelhaft sind die von *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 306) (Fig. 279) beschriebenen und gezeichneten Lymphgefässe der Trachealschleimhaut, ebenso diejenigen des Cornealrandes a. a. O. S. 620 (Fig. 388). Zu letzteren vergl. man die *His*'sche Arbeit S. 70.

§ 210.

Aus den physiologischen Verhältnissen der Gefässe mögen nur einige, sich unmittelbar anreihende Punkte eine kurze Erörterung finden. Es ergab sich aus der früheren Darstellung, wie die dickere Wandung der Arterien durch eine entwickeltere Mittelschicht, durch einen weit ansehnlicheren Reichthum an Querlagen glatter Muskulatur und dazwischen geschobenen elastischen Platten gewonnen wird, während Venen von gleichem Kaliber dünnwandiger sind, besonders durch die Schwäche der *Tunica media* (bei einer mehr entwickelten *Tunica adventitia*). Ebenso fanden wir, dass in kleinen Venenstämmchen das muskulöse Element schon ziemlich bald gänzlich verschwindet, während in den letzten arteriellen Reiserchen bis zur Kapillargrenze die kontraktile Faserzelle sich behauptete. Den Haargefässen selbst ging jede Muskulatur ab. Sie zeigten nur eine feine elastische Membran.

Der Umlauf des Blutes erfolgt bekanntlich pulsirend durch die arteriellen Bahnen, gleichmässig durch die kapillaren und venösen. Der Druck des Blutes auf die arterielle Wandung ist ein bedeutender, den viel schwächeren in den Venen mindestens zehnmal übertreffend, im Uebrigen von den Stämmen der ersteren durch die Astsysteme abnehmend.

Die Wandungen grösserer Gefässe, entsprechend ihrer Textur, besitzen eine geringe, aber sehr vollkommene Elastizität, d. h. sie werden

durch ausdehnende Gewalt leicht erweitert, um nachher zur alten Form zurückzukehren. Dabei muss festgehalten werden, dass das Gefässrohr stets mit Blut stark erfüllt ist, so dass die elastische Kraft der Wand auf die Blutsäule ebenfalls einen gewissen Druck ausübt. Uebertragen wir dieses auf die Arterie (deren Ausdehnung bei steigendem Seitendruck sich beträchtlich geringer, als bei der Vene gestaltet), so erscheint diese also als ein mit Blut überfülltes elastisches Rohr, in welches bei jeder Zusammenziehung des Herzens eine neue Blutmenge eingetrieben wird. Das Pulsiren der Arterie ist eine durch jenes Einpumpen der neuen Blutmenge hervorgerufene Wellenbewegung, welche bei ihrem weiteren peripherischen Fortschreiten durch die Widerstände des ungemein stark verzweigten Gefässes allmählich vernichtet wird und den Kapillarbezirk nicht mehr erreicht. Diese Wellenbewegung der Arterie bildet nun aber nicht das Treibende des Kreislaufs; sie wirkt nur auf den arteriellen Strom beschleunigend ein. Die Fortbewegung des Blutes durch die Gefässbahnen erfolgt vielmehr durch die in Arterie und Vene herrschende Druckdifferenz, indem mit jeder Herzkontraktion eine neue Blutmasse in das gespannte arterielle Rohr eingetrieben und bei jeder Diastole eine Quantität Blut aus dem venösen Gefässe heraus in die Vorkammer genommen wird[1]).

Diese Fortbewegung ist im Allgemeinen eine sehr rasche, so dass für die Vollendung einer Kreislaufsbahn im Mittel etwa ½ Minute angenommen werden kann. Am grössten ist die Geschwindigkeit in den Arterien (in der Carotis des Pferdes in der Sekunde im Mittel 400 Mm.), beträchtlich geringer in den Venen (*Vena jugularis* des Pferdes 225 Mm.). Sehr unbedeutend, wie der folgende § lehrt, fällt die Schnelle des Blutstroms in den Kapillaren, die Länge letzterer aber auch sehr kurz aus. Es hängt diese Trägheit mit der Enge des Kanals in den Arterien und der höchst bedeutenden Erweiterung des Strombettes in dem Haargefässbezirke sowie dem dadurch vergrösserten Reibungswiderstande, welchen die Blutströmchen hier finden, zusammen. Die abermalige Verengerung des Bettes in der Vene erklärt die hier wieder erscheinende beschleunigte Bewegung, welche, wie vorhin bemerkt, freilich weit hinter der arteriellen Schnelligkeit zurückbleibt.

Es drängt sich noch die Frage auf: was leisten für die Blutbewegung neben den elastischen Massen die muskulösen Elemente der Gefässe? Die an ihnen reiche Arterienwand verengert sich lokal bei elektrischer Reizung, bei mechanischer Einwirkung, durch Kälte, manche chemische Agentien beträchtlich. Es ist somit ein lebendiges Zusammenziehungsvermögen für die arteriellen und bei der verwandten Textur auch für Venen nicht in Abrede zu stellen. Im Allgemeinen denkt man sich diese Gefässmuskulatur in einem gewissen geringeren anhaltenden Kontraktionszustande begriffen, welcher die elastischen Wirkungen der übrigen Wandungselemente unterstützt. Da, wie überall so auch hier, die Muskelbewegung unter dem Einflusse des Nervensystems steht, so werden ein-

zelne Gefässe bei vermehrter Zusammenziehung ihrer Muskeln sich mehr verengern, bei Erschlaffungen stärker erweitern müssen. Es wird demnach die regulirende Wirkung der Gefässmuskulatur auf die Blutfülle verschiedener Theile nicht zu läugnen sein. Ohnehin hat die experimentirende Nervenphysiologie in neuester Zeit gezeigt, wie Durchschneidung der Gefässnerven Ausdehnungen der Arterien herbeiführt (*Bernard* u. A.)[2]).

Die Kapillaren endlich, ohne Nerven und ohne kontraktile Zellen, beschränkt auf die elastischen Eigenschaften ihrer dünnen Wände, bilden den physiologisch wichtigsten Theil des ganzen Gefässsystems. Durch ihre Membranen hindurch findet die Wechselwirkung zwischen Blutplasma und den Organflüssigkeiten statt, durch sie erfolgt die Transsudation von Flüssigkeiten, welche später als Drüsensekrete erscheinen. Wie ein Reichthum an Haargefässen den energischen Stoffwechsel von Gewebe und Organ beurkundet, sahen wir schon in § 208. Die Verschiedenheiten jener Ausgaben und Aufnahmen in den einzelnen Kapillarbezirken dürften theils auf eine differente molekuläre Beschaffenheit der Haargefässwandung, theils auf die verschiedene Blutmischung einzelner Gefässbezirke sowie die wechselnde Konstitution der Organflüssigkeiten zu beziehen sein. — Ebenso ist sicher die Gestaltung der Ein- und Abflussröhren der Kapillarnetze von Belang. Es genüge, an den verlangsamend wirkenden Glomerulus der Nierengefässe zu erinnern (Fig. 271). Doch bilden wohl die dadurch gesetzten verschiedenen Druckverhältnisse der einzelnen Haargefässbezirke das wichtigere Moment.

Wir reihen hier die vielfach aufgeworfene Frage nach der Existenz der sogenannten *Vasa serosa* oder plasmatischen Gefässe an; die Frage: gibt es im Organismus Kapillaren von einer solchen Feinheit, dass sie im Normalzustande unfähig sind, Blutzellen passiren zu lassen und folglich nur für den Durchgang der Blutflüssigkeit dienen? Indem sie bei Reizungszuständen eine Erweiterung und Durchgängigkeit für Blutzellen erfahren sollten, glaubte man es sich erklären zu können, dass ein gefässloses Organ rasch Kapillargefässe zu gewinnen vermöge. Derartige Gefässe existiren nicht. — Man hat schon vor längerer Zeit in der Gehirnsubstanz auf sehr feine fadenartige Röhren hingewiesen, welche mit gewöhnlichen Haargefässen im Zusammenhange stehen (*Henle*[3])). Sie haben sich später als widernatürlich gespannte und verengte Kapillaren ergeben (*Welcker*[4])). Mit der Erkennung der hohlen Natur vieler elastischer Netze (§ 144) und eines darin befindlichen Ernährungsfluidums hat jene ganze Auffassung eine andere Wendung genommen. Ein Münden dieser Saftkanäle in Blutkapillaren kommt indessen als normale Bildung wohl nirgends vor[5]) und die Bewegung der Flüssigkeit in so engen Röhren ist sicher nur eine sehr geringe.

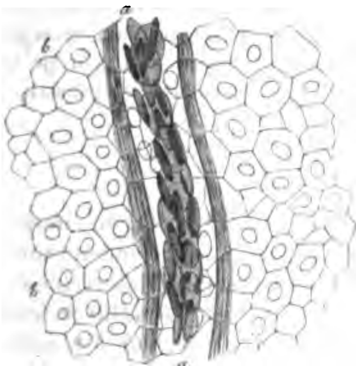
Anmerkung. 1) Man vergl. *E. H. Weber* in *Müller's* Archiv 1851. S. 497 und 1853. S. 156, sowie die Behandlungen in den physiologischen Lehrbüchern von *Donders* (S. 59) und *Funke* (Bd. 1. S. 62). — 2) *Schiff* beobachtete rhythmisch wech-

seinde Erweiterungen und Ausdehnungen der Arterien am Ohr des Kaninchens, (Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 12. S. 528). Weiteres bei *Funke* (Bd. 2. S. 536). — 3) Dessen allg. Anat. S. 477. — 4) *Welcker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 6. S. 274. — 5) Die Angabe von *Coccius* über eine solche Verbindung in der Cornea beweisen nichts. (Vergl.: Ueber die Ernährungsweise der Hornhaut und die Serum führenden Gefässe. Leipzig 1852.)

§ 211.

Der **Umlauf des Blutes** durch die Gefässe des lebenden Thierkörpers[1]) ist eins der schönsten Schauspiele, welche das Mikroskop darbietet. Man bedient sich hierzu am besten durchsichtiger Theile von kaltblütigen Wirbelthieren; so der Schwimmhaut des Hinterfusses beim Frosch oder des Schwanzes seiner Larve. Auch die Embryonen von Fischen und Vögeln, die Flughaut der Fledermäuse, das Mesenterium vorher ätherisirter kleiner Säugethiere u. a. mehr können benutzt werden.

Fig. 273.



Der Blutstrom in der Schwimmhaut des Frosches nach *Wagner*. *a* Das Gefäss; *b* die Epithelialzellen des Gewebes.

Hält man sich beispielsweise an den zuerst genannten Körpertheil des Frosches (Fig. 273), so sieht man in den grösseren arteriellen und venösen Aestchen der Schwimmhaut das entgegengesetzte Strömen (natürlich in einer mit der Stärke der benutzten Linsen vergrösserten Geschwindigkeit.) In der kleinen Arterie bemerkt man die charakteristische stossweise oder pulsirende Bewegung, in den Kapillaren ein langsameres gleichmässiges Fliessen und in den Venen ein ebenfalls gleichmässiges, aber wiederum beschleunigtes Fortrücken. In den stärkeren Gefässröhren treiben die ovalen Blutzellen, mit dem einen ihrer Pole voran, mehrfach neben und übereinander dahin; namentlich in stärkeren arteriellen Stämmchen in schneller Bewegung, oft drehend und wirbelnd. Die Innenwand des Gefässes (*a*) wird aber von den rasch strömenden farbigen Zellen nicht berührt. Hier bleibt eine helle, farblose Schicht, in welcher man vereinzelte farblose Blutkörperchen entdeckt, die neben ihren raschen Gefährten viel langsamer und träger vorrücken, oftmals sogar der Gefässwand anhängen, so dass sie längere Zeit gar nicht von der Stelle kommen. Man kann so den schnelleren **Achsenstrom** und den trägeren **Wandungsstrom** unterscheiden[2]). In den feinsten Gefässen und Kapillaren verschwindet bei der Enge des Rohrs die peripherische Schicht und statt des Getümmels der Arterie tritt ein ruhigeres, gemesseneres Fortströmen

ein. Die farbigen und farblosen Körperchen gleiten zuletzt vereinzelt hintereinander, bald gedrängter, bald in weiteren Abständen. Erstere jedoch, glatt und geschmeidig, werden leichter durch die feinen Kanäle getrieben, als letztere, welche, rauh und ungelenkig, einen Aufenthalt nicht selten erleiden. Einzelne feine Haargefässe erscheinen momentan ganz frei von Zellen, indem sie nur von Plasma durchströmt werden. Es ist fast überflüssig zu bemerken, dass normal ein kontinuirlicher Uebergang von der Arterie durch die Kapillaren in die Venenanfänge stattfindet. Das reizende Schauspiel bietet im Uebrigen noch eine Menge untergeordneter Variationen dar.

Die Geschwindigkeit des Kapillarstroms kann nur ungefähr bestimmt werden. Die farbige Blutzelle durchläuft beim Frosch in der Sekunde etwa den fünften oder vierten Theil einer Linie. Die Bewegung des Lymphkörperchens erfordert zehn- bis fünfzehnmal mehr Zeit. Nur die ansehnliche Kürze der kapillaren Bahnen, deren wir schon gedachten, ermöglicht den schnellen Umlauf der ganzen Blutmasse durch den Körper.

Anmerkung. 1) Vergl. *Weber* in *Müller's* Archiv 1837. S. 267; *Wagner*, Beiträge zur vergleichenden Physiologie. Heft 2. S. 33. Leipzig 1838, sowie dessen Physiologie 3te Aufl. S. 162. Ueber die Technik der Untersuchungen s. man neben *Wagner Harting's* Mikroskop S. 401 u. 858. — 2) Auffallenderweise geht die farblose Wandschicht dem Blutstrom der Athemorgane von Amphibien fast ganz ab, wie *Wagner* fand.

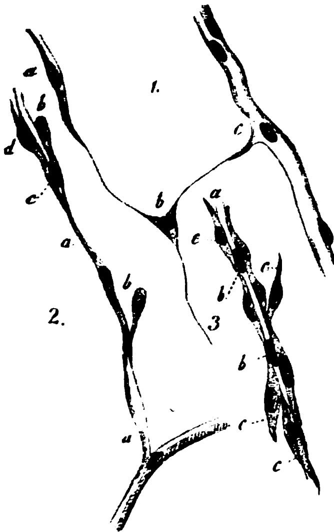
§ 212.

Was die Entwicklung des Gefässsystemes[1]) betrifft, so entstehen das Herz und die in der embryonalen Anlage zuerst auftretenden Stämme (Arterien, Venen) in Gestalt solider Zellencylinder ohne Unterschied des Achsen- und peripherischen Theiles. Letzterer wird dann durch festere Vereinigung der Zellen zur primären Gefässwand, während die zelligen Elemente der Achse durch Verflüssigung der Intercellularsubstanz die ersten Blutkörperchen bilden (§ 100). Bei Hühnerembryonen sah *Remak*[2]) die ersten Blutgefässe in Form solider, 0,0125 — 0,02''' breiter Cylinder, auf deren Querschnitte in der Regel 3 — 8 Bildungszellen, bisweilen aber auch nur zwei kamen. Die weitere Umwandlung zeigte den Cylinder hohl, zum Schlauch geworden und seine Wand bestand aus einer einzigen Lage nach innen stark einspringender Bildungszellen. — Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass beim weiteren Wachsthume die Gefässwand eine Auflagerung benachbarter embryonaler Zellen erfährt, welche theils zur Verstärkung der Wand dienen, theils die äusseren Schichten der letzteren bilden werden. — Die Gefässe späterer Anlagen scheinen sich ziemlich allgemein nach einem anderen Typus zu bilden, aus Verschmelzung einfacher Zellenreihen mit nachträglichen Zellenumlagerungen. Es ist dieses fast dieselbe Bildungsweise, welche bei den Haargefässen herrscht und die man seit den Tagen *Schwann's* kennt. Letztere möge daher zuerst ihre Erörterung finden.

Die Kapillaren entstehen aus der Verschmelzung von Bildungszellen, die in einfacher Reihe zusammenstossend sich in einander öffnen, so dass die verfliessenden Zellenhöhlen zur Kapillarröhre, die Zellenmembranen zur Gefässwand und die sich erhaltenden Kerne zur Nuclearformation der letzteren werden. Sie haben also einen ganz ähnlichen Bildungsgang wie die elastischen Röhrennetze (§ 151)[3]) und die terminalen Verzweigungen der Muskelnerven (§ 197). Mit letzteren stimmen sie auch darin überein, dass an das Ende eines schon früher gebildeten Theiles (hier eines wegsamen Gefässes, dort einer Nervenfaser) Ausläufer der Zellen oder Zellenreihen behufs einer Verschmelzung sich ansetzen.

Es lagern sich dabei, die unverzweigte Kapillarröhre vorbereitend, spindelförmige Zellen linear hintereinander, um mit den Fortsätzen

Fig. 274.



Bildung der Haargefässe. 1 Aus dem Schwanz der Froschlarve; *a* ein nach unten noch geschlossenes, *c* ein fertiges Kapillargefäss. Eine sternförmige Bildungszelle *b* verschmilzt mit dem fadenförmigen Ausläufer von *a* und einer Aussackung von *c*. 2 u. 3 Gefässe der *Membrana hyaloidea* eines 5monatlichen menschlichen Fötus. 2 Ein Haargefäss, das nach oben in ein anderes *a* mit einer Blutzelle im Innern (*c*) übergeht und aufgelagerte Zellen *b*. *d* zeigt. 3 Ein Kapillargefäss *a* mit Blutzellen *b* und reichlichen aufliegenden Spindelzellen *c*.

Fig. 275.



Gefässe der *Membrana capsulo-pupillaris* eines Schweinsembryos von 2½ Zoll mit Aufbettungen rundlicher Zellen. 1 Ein feines Gefäss mit einigen der letzteren; 2 mit sehr reichlichen umlagernden Zellen; 3 zwei Gefässe *a*. *b* durch einen queren Faden zusammenhängend; 4 Auflagerungen von Zellen nur am unteren Theile; 5 ein Gefäss mit rundlichen Zellen *b* durch einen Querast *a*, der nach rechts eine neue Zellenauflagerung gewinnt *c*, mit einer andern Röhre *d*, welche Spindelzellen zeigt, verbunden.

zusammenzustossen, wobei nachträglich die Differenzen des Quermessers zwischen Zellenkörper und Zellenausläufer sich ausgleichen (Fig. 274. 1. *c*).

Wie lange die Ausläufer einer derartigen Bildungszelle sich verlängern können, steht anhin; ebenso ist die Frage, ob eine Kernvermehrung existirt, eine noch offene[4]). Durch Verbindung mit einem schon gebildeten Gefässe erhält alsdann das Zellenrohr den Blutstrom.

Da aber ungetheilte Haargefässröhren meistens nur in sehr geringer Länge vorkommen und die Regel vielmehr eine netzartige Verbindung darstellt, spielen sternförmige Zellen zur Erzielung von Verästelungen in dem Aufbau der Kapillaren eine wichtige Rolle. Ein bezeichnendes häufiges und wichtiges Verhalten (Fig. 274. 1. *c*) sind fadenförmige Aussackungen schon gebildeter Haargefässwandungen, welche mit den Ausläufern benachbarter Zellen (*b*) sich in Verbindung setzen[5]).

Auflagerungen neuer Bildungszellen treten uns an solchen werdenden Gefässen sehr gewöhnlich entgegen, bestimmt der Röhre eine komplizirtere Wand zu verschaffen und sie so nachträglich zu einem arteriellen oder venösen Stämmchen umzuwandeln.

Dieses ist eben jene zweite Entstehungsweise stärkerer Stämme, von der schon weiter oben die Rede war. Zuweilen (Fig. 274. 2) erscheinen diese Zellen (*b. c. d*) nur vereinzelt in weiten Abständen der blutführenden Röhre aufgelagert, in anderen Fällen reichlicher und in der Längsrichtung des Gefässes spindelförmig verlängert (3. *c*). Andere embryonale Gefässe, wie die der *Membrana capsulo-pupillaris* (Fig. 275), erfahren reichliche Aufbettungen rundlicher Zellen (2. 3. 4. 5. 6). Zuweilen bemerkt man hier Ansichten, welche der Entstehung aus einer doppelten Zellenreihe günstig sind (1), während meistens (4. 5) die gewöhnliche Bildung kapillarer Röhren in üblicher Weise zu erkennen ist. Schwierig ist das Verständniss von Bildungsstufen, wo von einer fertigen Röhre aus (3. *a*) ein fadenförmiger Ausläufer mit einem gleichgestalteten Fortsatz einer Bildungszelle des benachbarten Gefässes (*b*) sich verbunden hat[6]).

Die eben geschilderten, in der Ausbildung begriffenen Gefässe zeigen, wie die ursprüngliche Kapillarwand zur homogenen Innenhaut stärkerer Stämmchen wird, während die aufgebetteten Zellen bei ihrer oft so stark ausgesprochenen Verlängerung kaum etwas anderes als die *tunica adventitia* bilden mögen[7]).

Die Gefässe erfahren vielfach nachträglich weitere Ausbildungen sowohl der Form (Grösse) als der Textur nach. Eigenthümliche periodische Zunahmen zeigen die des schwangeren Uterus. Umgekehrt sehen wir andere, z.B. die der Cornea in der letzten Zeit des Fötallebens und nach der Geburt, eine ausgedehnte Obliteration erleiden. *His* beobachtete hierbei die Bildung sternförmiger Körper, welche an verästelte Pigmentzellen erinnern.

Pathologische Neubildungen[8]) von Gefässen kommen als sehr häufige Erscheinungen vor. Die so entstandenen Röhren tragen anfänglich alle den Charakter erweiterter Kapillaren und entstehen nach dem physiologischen Schema von den schon vorhandenen aus, wobei Aussackungen der Wand letzterer eine wichtige Rolle spielen. Durch spätere Auf-

lagerungen können nachträglich aus jenen Haargefässen die komplizirteren Gestalten der Arterie und Vene hervorgehen.

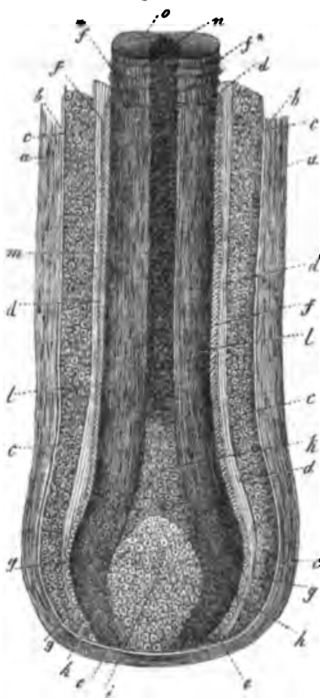
Anmerkung: 1) Man vergl. die Werke von *Schwann* S. 182 und von *Remak*, ebenso *Koelliker's* Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 545; ferner *Billroth*, Untersuchungen über die Entwicklung der Blutgefässe. Berlin 1856; *Aubert* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 7. S. 345 und *Reichert* in den Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Leipzig 1858. S. 9. — 2) a. a. O. S. 13. — 3) Die Frage, ob die Netze der Bindegewebekörperchen und entstehender Kapillaren, die auf gewissen Stufen ein höchst ähnliches oder das gleiche Bild darbieten, als identisch zu betrachten sind oder nicht, ist zur Zeit eine sehr missliche. Für eine bejahende Antwort spricht allerdings gar mancherlei, so dass es von äusserlichen Momenten abhinge, ob ein Zellennetz zu dem elastischen des Bindegewebes oder dem des Kapillarsystems sich gestalte. — 4) Man vergl. im Uebrigen Angaben von *Bruch* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 6. S. 178. — 5) *Platner* in *Müller's* Archiv 1844. S. 525 und *Wagner's* Physiologie S. 161. — 6) Die Art des Uebergangs von grösseren Gefässen, deren Hohlraum bei der aus einzelnen Zellen aufgebauten Wand als Intercellularraum zu betrachten ist, zu feineren bis zu den Kapillaren herab, bei welchen der Kanal den Werth verschmolzener Zellenhöhlen besitzt, ist dunkel. — 7) Es würde in dieser Art Fig. 275. 4 auf der sich zunächst anschliessenden Stufe, wo die aufgelagerten Zellen zur homogenen kernführenden Membran verschmolzen wären, einem jener häufigen Haargefässe entsprechen, welches in seinen Aesten den einfachsten Bau und unten an dem die benachbarte Vene andeutenden Stamme eine Duplizität der Membran erkennen lässt. Die Bildung der mittleren Gefässhaut ist mir nach bisherigen Beobachtungen nicht klar geworden. — 8) Man vergl. *Meyer* in den Annal. der Charité. Bd. 4. S. 41; *Förster's* allg. path. Anat. S. 154 und *His* a. a. O. S. 73. Ich glaube in letzterer Zeit einigemal an der entzündeten Hornhaut auch die Umwandlung von ausgedehnten elastischen Röhren zum Haargefäss gesehen zu haben. Man s. noch *Weber* in *Virchow's* Archiv Bd. 15. S. 465.

17. Die Haare.

§ 213.

Die Haare[1]) stellen fadenförmige, aus einem modifizirten Epithelialgewebe erbaute Gebilde von ziemlich verwickeltem Bau dar. Man unterscheidet an ihnen (Fig. 276) den Schaft (*l*), welcher mit dem grössten Theile seiner Länge frei aus der Haut hervorsteht und nach oben in die Spitze endigt. Mit dem unteren Theile, der Wurzel, verschwindet er in die Haut, um in einer flaschenförmigen Einsenkung derselben, dem Haarbalg (*a*) mit kolbenartiger Erweiterung als Haarknopf oder Haarzwiebel (*h*) zu endigen. Letztere sitzt mit trichterförmiger Aushöhlung einer aus dem Grunde des Haarbalges sich erhebenden Papille (*i*) auf. Zwischen dem Balge und dem eigentlichen Haare befindet sich eine aus zweierlei Schichten bestehende scheidenartige Umhüllung, die Wurzelscheide, welche man in eine äussere (*c*) und innere (*d*) trennt.

Fig. 276.



Haarwurzel und Haarbalg des Menschen; *a* der bindegewebige Balg; *b* dessen glashelle Innenschicht; *c* die äussere, *d* die innere Wurzelscheide; *e* Uebergang der äusseren Scheide in den Haarknopf; *f* Oberhäutchen des Haars (bei *f** in Form von Querfasern); *g* der untere Theil desselben; *h* Zellen des Haarknopfs; *i* die Haarpapille; *k* Zellen des Marks; *l* Rindenschicht; *m* lufthaltiges Mark; *n* Querschnitt des letzteren; *o* der Rinde.

Es dürfte am passendsten sein, die Betrachtung mit dem unteren Theile zu beginnen, indem man hier die Bildungsstätte des Haares, sowie die ersten Erscheinungsformen seines Gewebes vor sich hat und von da aus die weiteren Umwandlungen bis zur Textur des Schaftes am leichtesten begriffen werden können.

Der Haarbalg (*a*) ist eine schief gerichtete Einstülpung der Lederhaut von verschiedener Länge und bei ansehnlicheren Haaren bis in das Unterhautzellgewebe hinabragend. Er besteht, wesentlich dem Corium gleich, aus bindegewebiger Fasermasse, welche eine Längsrichtung erkennen lässt und an die sich äusserlich ein Bündelchen glatter Muskeln (*arrector pili*) ansetzt[2]). Nach innen erscheint eine Lage quer verlaufenden unentwickelten Bindegewebes mit transversal stehenden länglichen Kernen, welche an die Nuclearformation der kontraktilen Faserzellen erinnern (*Koelliker*). Bedeckt ist endlich die ganze Einsackung von einer wasserhellen strukturlosen Lage (*b*), die nach innen eine feinlinige Querzeichnung darbietet und als modifizirte Grenzschicht des Fasergewebes oder als eine Glasmembran betrachtet werden kann. Mit den strukturlosen Häuten theilt sie die Unveränderlichkeit in Säuren und Alkalien. Der Haarbalg führt Gefässe und Nerven.

Aus der Tiefe des Balges erhebt sich nun mit wenig faserigem, mehr unentwickeltem Bindegewebe die Papille des Haares (*i*), welche als ein modifizirtes Gefühlswärzchen der Haut angesehen werden muss. Ihre Grösse schwankt nach den verschiedenen Haaren von 0,025 — 01‴, ihre Form zwischen der eiförmigen und kolbigen. Sie enthält in ihrem Innern ein feinmaschiges Haargefässnetz[3]) und muss als Bildungs- und Ernährungsstätte des Haares bezeichnet werden.

Anmerkung. 1) Man vergl. *Henle's* allg. Anat. S. 292; *Gerlach* a. a. O. S. 537; *Koelliker's* Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 98; *Reissner, Nonnulla de hominis mammaliumque pilis. Dorpati* 1853 und dessen Schrift: Beiträge zur Kenntniss der Haare. Breslau 1854; *Reichert* in der Zeitschrift für klinische Medizin Bd. 6. S. 1. — 2) *Koelliker* in seiner und *Siebold's* Zeitschr. Bd. 1. S. 52; *Eylandt, Observationes mi-*

croscopicae de musculis organicis in hominis cute obviis. Dorpati 1850. *Diss.* S. 21; *Henle* im Jahresbericht für 1850. S. 40. — 3) *Gerlach* a. a. O. S. 548.

§ 214.

Wie der Haarbalg ein Stück eingesackter Lederhaut ist, so betrachtet man die ihm aufliegenden Wurzelscheiden als seine Epidermoidallagen, wobei die äussere Wurzelscheide (*c*) als untere Schicht das *Rete Malpighii*, die innere Wurzelscheide (*d*) eine umgewandelte Epidermis im engeren Sinne des Wortes bildet, eine Auffassung, welche für die äussere Scheide wenigstens feststeht.

Untersucht man den Eingang des Haarbalgs, so sieht man die tieferen Zellenschichten der angrenzenden Hautstelle als äussere Wurzelscheide an der Seitenwand herabsteigen. Die Zahl der Lagen ihrer kleinen rundlichen oder länglichrunden kernhaltigen Zellen (Fig. 276. *c* u. Fig. 277. *c*) wechselt nach der Stärke des Haares. Die Zellen selbst haben eine Grösse von 0,00333—0,005'''. Wie die äussere Wurzelscheide oberwärts aus den Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes hervorging[1]), setzt sie sich, in der Tiefe des Haarbalgs angekommen (Fig. 276. *e*), in die Zellenmassen des Haarknopfs (*h*) fort.

Fig. 277.



Zellen der Wurzelscheiden; innere Wurzelscheide mit der *Henle*'schen (*a*) und *Huxley*'schen (*b*) Schicht; *c* Zellen der äusseren.

Die innere Wurzelscheide[2]) zeichnet sich durch ihr helles, glasartiges Ansehen von der trüben Masse der äusseren, welche im Uebrigen dicker ist, aus (Fig. 276. *d*). Sie zeigt zweierlei Lagen grösserer Zellen. Die äussere Zellenlage (Fig. 277. *a*) (die Wurzelscheide von *Henle*) besteht aus länglichrunden, senkrecht gestellten glashellen, kernlosen Zellen von 0,01667—0,02''' Grösse, welche kleine schmale Längsspältchen zwischen sich erkennen lassen, die bei der spröden Beschaffenheit der ganzen Masse durch Druck, Zerreissung u. s. w. rasch um ein sehr Ansehnliches sich vergrössern. Ihr nach einwärts aufliegend, erscheint in einfacher oder doppelter Lage ein von *Huxley* zuerst gesehenes zelliges Gewebe (Fig. 277. *b*). Die Zellen sind ebenfalls wasserklar, polyedrisch gegen einander abgegrenzt, aber kürzer und breiter, und was das wichtigste Unterscheidungsmerkmal bildet, sie führen einen Kern, der, klein und schmal, an das Bild erinnert, welches die Seitenansicht der Nagelzellen gewährt (S. 231. Fig. 131). Nach unten gegen die Tiefe des Haarbalgs besteht die innere Wurzelscheide nur aus einer einzigen Schicht heller kernführender Zellen, welche sich in die peripherischen Zellen des Haarknopfs fortsetzen. Aufwärts gegen den Ausgang

des Haarbalgs hin geht dieselbe vielleicht theilweise in die oberflächlichen Zellen der Epidermis über[3]).

Anmerkung. 1) *Krause* (Artikel: »Haut« S. 125) machte die schöne Beobachtung, dass beim Neger die Zellen der äusseren Wurzelscheide wie des *Malpighi*'schen Schleimnetzes (§ 109) braungefärbt sind. — 2) Die innere Wurzelscheide wurde anfänglich von *Henle* (a. a. O. S. 302) als eine homogene, von Löchern durchsetzte, gefensterte Membran beschrieben. Die zellige Beschaffenheit ihres äusseren Theiles legte zuerst *Kohlrausch* (Göttinger gelehrte Anzeigen 1843. S. 232) dar, welcher mit *Krause* alle Spalten für Kunstprodukte erklärte. Ueber die innere Partie erhielten wir Aufschlüsse von *Huxley* (*London med. Gazette. November* 1845). Man vergl. noch *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1846. S. 300, das *Koelliker*'sche Werk S. 129 und *Henle* im Jahresbericht für 1850. S. 24. — 3) Dieser Uebergang bedarf genauerer Beobachtungen, um so mehr, als hervorbrechende Haare die innere, an ihnen entstandene Wurzelscheide mit hervorbringen können. Sonach ist es nicht unwahrscheinlich, dass die innere Wurzelscheide ganz oder theilweise (als *Huxley*'sche Schicht) dem eigentlichen Haare zugerechnet werden muss.

§ 215.

Wir sind nun zum eigentlichen Haare gekommen, in dessen der Papille aufsitzenden und übergelagerten Knopf die Zellenlagen der äusseren und inneren Wurzelscheide sich fortsetzten.

Fig. 278.

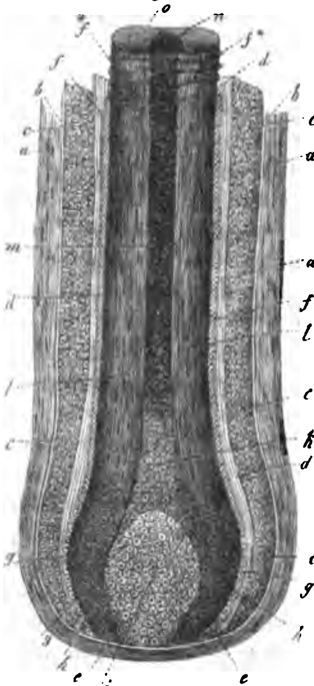


Fig. 279.



a Zellen des Haarknopfs; *b* vom Beginn des Schaftes; *c* Rindenmasse mit Schwefelsäure behandelt und bei *d* in einzelne Plättchen zerfallen; *e*. *f* Zellen des Oberhäutchens.

Der Haarknopf (Fig. 278. *h*) zeigt in seiner ganzen Masse, mit Aus-

nahme einer dünnen, ihn bekleidenden Umhüllungsschicht, dieselben dicht gegeneinander gedrängten kleinen rundlichen Zellen, wie sie die äussere Wurzelscheide bildeten (Fig. 279. *a*). Sie führen entweder einen Inhalt farbloser Moleküle oder es erscheinen in ihnen bald in geringerer Zahl, bald in sehr grosser Menge die Körnchen eines nach der Haarfarbe wechselnden Pigmentes.

Nach aufwärts ändern unsere Zellen ihre Beschaffenheit und es macht sich in dieser Umwandlung bei vielen Haaren ein Gegensatz zwischen dem Achsentheil und der peripherischen Partie jener geltend, so dass man eine Markmasse (Fig. 278. *k*) und eine Rindensubstanz (*l*) unterscheidet.

Zunächst sehen wir die Zellen letzterer länglich rund werden, während der Nucleus noch die ursprüngliche sphärische Form bewahrt. Weiter aufwärts wandelt sich diese Zelle unter Abflachung zu einem, 0,02''' und mehr an Länge betragenden Plättchen um, dessen Kern ebenfalls lang, schmal und stäbchenförmig wird (Fig. 279. *b*). Noch mehr aufwärts, wo der Stamm die harte hornige Beschaffenheit des Haarschaftes gewonnen hat, nehmen die Zellen die Beschaffenheit dünner und platter spindelförmiger, unregelmässig geränderter Plättchen (*c*. *d*) mit einer Längenvergrösserung gegen 0,03333''' und zuweilen unter einer Abnahme des Quermessers bis zu 0,002''' an. Ihre Kerne gestalten sich zu ganz dünnen fadenartigen Spindeln oder verschwinden endlich ganz. Die Vereinigung dieser Haarplättchen zur Rindenmasse ist indessen eine so innige, dass wir am unversehrten Haare (Fig. 278. *l*) keine Ahnung ihrer Existenz gewinnen. Ebenso können wir durch mechanische Mittel nur Vereinigungen derselben in Form rauher steifer Balken abspalten. Erst auf chemischem Wege durch die Anwendung der Schwefelsäure gelingt es rasch und leicht unter Auflösung des Bindemittels das Elementargebilde zu erkennen.

Untersucht man die Rindenmasse in ihrer Totalität, so bemerkt man, wie sie von einem nach dem Kolorit des ganzen Haares wechselnden Farbestoff durchtränkt wird. Dabei ist das Haar von abgesetzten unregelmässigen Längsstrichelchen durchzogen, die Grenzlinien benachbarter Haarplättchen darstellen oder Streifen von Pigmentkörnchen ihren Ursprung verdanken, welche letztere übrigens auch in dunkleren Haaren in grösseren und breiteren Gruppirungen auftreten.

Die trockne harte Beschaffenheit des Haarschaftes führt endlich zum Eindringen von Luftbläschen, welche oft in sehr ansehnlicher Menge kleine längliche Hohlräume im Innern der Haarplättchen einnehmen. Wir werden bald einer derartigen viel ausgedehnteren Luftansammlung in der Markmasse wieder begegnen.

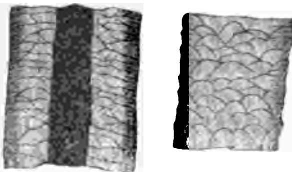
§ 216.

Im vorigen § wurde erwähnt, dass schon von den untersten Theilen des Haares an noch eine eigenthümliche dünne Umhüllungsschicht sich

erkennen lässt. Dieselbe gestaltet sich nach aufwärts zum Oberhäutchen oder der Cuticula des Haares.

Untersucht man den Haarknopf an seiner Basis (Fig. 278), so bemerkt man, wie von der Stelle an, wo seine Zellen in die der äusseren Wurzelscheide überzugehen aufhören, das Gebilde von einer Doppelschicht kleiner blasser, glasheller, gekernter Zellen (*g*) überkleidet wird. Steigen wir am Haare in die Höhe, so sehen wir die peripherische Lage jener Zellen mehr eine kurze dickere Beschaffenheit bewahren, auch dann, nachdem sie ihre Kerne eingebüsst haben. Sie erstrecken sich bis in den oberen Theil des Haarbalges, wo sie ihr Ende nehmen. Da man sie vielfach, vom Haare abgelöst, der inneren Wurzelscheide aufliegend findet, hat man in ihnen ein Oberhäutchen der letzteren erblicken wollen[1].

Fig. 280.



Oberhäutchen des menschlichen Haarschaftes. Das eine Haar mit, das andere ohne Markmasse.

Wichtiger sind die Zellen der Innenschicht, welche dem Haare nach aufwärts nicht verloren gehen, vielmehr sich über den ganzen Schaft erhalten und demselben eine eigenthümliche Querzeichnung verleihen. Diese Zellen gewinnen schon um die oberen Theile des Haarknopfs eine mehr verlängerte Form und mehr und mehr eine schiefe Stellung gegen die Oberfläche des letzteren. Unter Verlust ihrer Nuclearformation und unter fortgehender Abplattung (Fig. 278. *f*) gestalten sie sich allmählich zu einem Systeme schief aufgerichteter dünner glasheller Schüppchen (Fig. 279. *e*. *f*) von 0,01667 — 0,02‴, welche sich dachziegelförmig decken in der Art, dass die zunächst gelegene untere Zellenreihe der höheren bis zu ihrem feinen oberen Rande aufliegt. So entstehen auf der Oberfläche des unveränderten Haarschafts Systeme feiner, unregelmässig welliger oder zackenförmiger Querlinien (Fig. 280 und 278. *f**), welche durch kurze schiefe Längslinien netzartig verbunden sind[2]. Am Seitenrande des Haares gelingt es zuweilen, die oberen Ränder unserer Zellen in Form kleiner Zacken vom Schafte abstehend zu erhalten. Zur Darstellung dieser Oberhautzellen empfiehlt sich Natronlauge, mehr noch die Schwefelsäure.

Es ist uns endlich noch die Achsenpartie des Haares, die **Marksubstanz**[3]) übrig geblieben. Dieselbe stellt jedoch keineswegs einen integrirenden Bestandtheil unserer Gebilde dar, indem sie den Wollhärchen gewöhnlich fehlt und auch den Kopfhaaren häufig stellenweise oder gänzlich abgeht. Sie erscheint als ein Streifen, welcher den dritten oder vierten Theil der Haardicke einnimmt (Fig. 278. *m*. *n*, Fig. 280).

Während an der Grenze des Haarknopfs gegen den beginnenden Schaft äusserlich die Zellen sich verlängern und die Umwandlungen zu den

charakteristischen Haarplättchen beginnen, gestalten sich die des inneren Theiles meist in mehrfacher Lage zu grösseren, 0,00667—0,01‴ betragenden, eckig gegen einander begrenzten Zellen (Fig. 278. *k*), welche bald ihre Kerne verlieren und vertrocknen. Dagegen erlangen sie in ausgedehntester Weise eine Menge kleiner Hohlräume im Zelleninhalte, welche sich mit entsprechenden Luftbläschen erfüllen, die bei ihrem winzigen Ausmaasse das Bild von Fett- oder Pigmentmolekülen gewähren (Fig. 278. *m*), und als solche auch lange Zeit hindurch genommen wurden. Sie geben der Markmasse des weissen Haares bei auffallendem Lichte ein silberweiss erglänzendes Ansehen, während bei gefärbten Haaren die lufthaltige Achsensubstanz nach dem jedesmaligen Kolorit durch die Rindenschicht tingirt hindurchschimmert. Durch passende Behandlung lässt sich die Luft des Markes ähnlich wie aus dem Knochenschliff austreiben, um beim nachherigen Trocknen rasch sich wieder einzufüllen.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Handbuch 3te Aufl. S. 142. — 2) Bei stärkerer Umbiegung des oberen Randes der Oberhautzellen treten die Querlinien breiter hervor. An ausgerissenen Haaren entsteht gegen den Haarknopf hin häufig eine ausgedehntere Zurückbiegung, so dass wir den Anschein umwickelnder Querfasern gewinnen. Vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 294 und dessen Jahresbericht für 1846. S. 60. — 3) Die Marksubstanz ist der einzige Theil des Haares, über welchen bis zur Stunde erhebliche Verschiedenheiten der Ansichten herrschen. Der Luftgehalt wurde zuerst von *Griffith* (*London med. Gazette* 1848. S. 844) nachgewiesen. Hierüber kann kein Zweifel mehr existiren. *Steinlin* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift Bd. 9. S. 288) deutete die Markmasse als einen in das Haar hineinragenden, aus Zellen bestehenden, Fortsatz der Haarpapille, welcher im unteren Theile noch gefässhaltig und mit weichen Zellen versehen ist, während aufwärts die Gefässe obliteriren, die Zellen schrumpfen und Luft an ihre Stelle tritt, so dass also die Marksubstanz von dem vertrockneten Theile der Haarpapille dargestellt wird. *Reichert* lässt im Innern der Markmasse den vertrockneten Rest der Haarpapille als zarten Achsenstrang ähnlich der »Federseele« übrig geblieben sein. Unsere im Text gegebene Darstellung ist die verbreitetste und wohl der einfachste Ausdruck der Beobachtung. Vielfach mögen allerdings Kommunikationen zwischen einzelnen Zellenresten vorhanden sein, wodurch sich die rasche Erneuerung der Luft erklärt. — Die Markzellen sah zuerst *Meyer* (*Froriep*'s N. Notizen Bd. 16. S. 49). Geläugnet werden die Zellen des Marks von *Spiess* (*Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 5. S. 3).

§ 217.

Die Haare rechnet man gleich der Oberhaut und den Nägeln bekanntlich zu den sogenannten Horngeweben, indem aus allen durch Behandlung mit Alkalien ein Gemenge umgewandelter eiweissartiger Stoffe erhalten werden kann, welches den Namen von Hornstoff oder Keratin (§ 16) trägt. Die verwickelte Textur des Haares lässt dieses Resultat hier noch werthloser als bei den beiden anderen einfacheren Geweben erscheinen.

Die mikrochemischen Reaktionen[1]) zeigen uns an dem Haare und seinen Hüllen die jungen neugebildeten Zellen noch aus gewöhnlicheren

eiweissartigen Materien aufgebaut, so dass schon schwächere Eingriffe, Einwirkung von Essigsäure und verdünnteren Alkalisolutionen, die Membranen und bald darauf die letzteren auch die Kerne zerstören. Es ist dieses bei dem *Malpighi*'schen Schleimnetz des Haarbalgs, seiner äusseren Wurzelscheide, ebenso beim Haarknopfe der Fall. Auf der anderen Seite tritt uns in den Zellenlagen der inneren Wurzelscheide und dem Oberhäutchen des Haares (abgesehen von den untersten an den Haarknopf angrenzenden Partieen beiderlei Gewebe) eine frappante Unveränderlichkeit entgegen, indem concentrirtere Schwefelsäure und Alkalilösungen die Zellen längere Zeit nicht angreifen, ja nicht einmal ein erheblicheres Aufquellen herbeiführen, so dass hier jedenfalls eigenthümliche Mischungsverhältnisse vorliegen müssen.

Die Zellenplättchen, welche trocken und verhornt die Rinde des Haarschafts bilden, trennen sich bei Anwendung von Schwefelsäure leicht von einander. Alkalien rufen ein Aufquellen der Rindenmasse herbei und lösen als verdünnte Solutionen in der Wärme das Ganze auf.

Auch die Zellen der Markmasse können aus ihrem geschrumpften Zustande durch letztgenannte Reagentien zur alten prallen Form zurückgeführt werden.

Die wasserhelle Innenschicht des Balges endlich, wie erwähnt, zeigt die Unveränderlichkeit elastischer Glashäute.

Die Löslichkeit des Haares in Kali- und Natronlauge unter vorherigem Aufquellen wiederholt, wie schon bemerkt, das Verhalten von Epidermis und Nagelgewebe. Die Masse des Haars liefert bei der Verbrennung ähnliche Resultate wie jene beiden[2]). Als Beispiel stehe hier die prozentische Bestimmung *van Laer*'s:

C	50,65
H	6,36
N	17,14
O	20,85
S	5,00

Die Menge des Schwefels mit 4—5 % erscheint sehr bedeutend[3]).

Der diffuse, das Rindengewebe des Haares durchtränkende Farbestoff, ebenso das körnige Pigment unseres Gebildes sind noch nicht näher erforscht. Das Fett, welches aus dem Haare in wechselnder Menge ausgezogen wird, scheint die gewöhnlichen Neutralverbindungen des Organismus zu enthalten. Es stammt wohl grösstentheils von den Talgdrüsen.

Die Aschenbestandtheile betragen 0,54—1,85 %. Sie bestehen neben in Wasser löslichen Salzen aus phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalke, Kieselerde[4]) und Eisenoxyd (0,058—0,390 %). Mangan hat man in neuerer Zeit vermisst, während es früher von *Vauquelin* angegeben wurde. Dass der Eisengehalt des Haares mit dessen Kolorit etwas zu thun habe, ist eine Fabel.

Anmerkung: 1) Man vergl. hinsichtlich des Mikrochemischen *Mulder*'s physiolog. Chemie S. 570 und *Koelliker*'s grosses Werk a. a. O. — 2) Analysen rüh-

ren her von *Scherer* (Annalen Bd. 40. S. 55) und *van Laer* (a. a. O. Bd. 45. S. 147). *Von Bibra* (Annalen Bd. 96. S. 290) erhielt durch Kochen der Haare einen an Leim erinnernden (unreinen) Körper, der möglicherweise als Intercellularsubstanz zu betrachten ist. — 3) Schwefelbestimmungen bei *van Laer* (a. a. O. S. 178) und *von Bibra* (Annalen Bd. 96. S. 291). — 4) Ueber die Kieselerde der Haare vergl. man *Gorup* in den Annalen Bd. 66. S. 321.

§ 218.

Haare[1]) finden sich fast über die ganze Köperoberfläche des Menschen vor. Vermisst werden sie am oberen Augenlide, an den Lippen, der Hohlfläche der Hand und des Fusses, ebenso der Rückenseite des letzten Finger- und Zehengliedes, endlich an der inneren Fäche der Vorhaut und auf der Eichel. Sie bieten im Uebrigen, was Massenhaftigkeit betrifft, sehr bedeutende Differenzen dar, wie sich schon aus dem Wechsel ihrer Dicke von 0,06‴ und mehr bis herab zu 0,006‴ ergibt. Man unterscheidet dünne, biegsame Wollhärchen (*Lanugo*) und stärkere, bald mehr biegsame, bald mehr starre Haare, ohne dass eine scharfe Grenze zu ziehen wäre. Die dicksten sind die Bart- und Schamhaare. Auch die Länge des freien Theiles wechselt ausserordentlich, von 1—2‴ kleiner Wollhärchen bis 4 und 5′, wie wir es an den Kopfhaaren der Frauen sehen. — Manche Haare beiben trotz ihrer Stärke auffallend kurz; so Augenbrauen (*Supercilia*), Augenwimpern (*Cilia*), Haare am Naseneingang (*Vibrissae*). Die schlichte oder gekräuselte Beschaffenheit der Haare hängt von der Form ihres Schaftes ab, welcher bei der ersteren auf dem Querschnitt rundlich, bei letzteren oval, selbst nierenförmig erscheint.

Die Stellung ist eine vereinzelte oder paarweise und in kleinen Gruppen. Die schiefe Richtung der Bälge bringt eine Menge verschiedener Stellungsverhältnisse an den einzelnen Lokalitäten herbei (*Eschricht*)[2]). Die Zahl der Haare einzelner Körperstellen variirt sehr bedeutend, so dass während auf den vierten Theil eines Quadratzolls am Scheitel 293 gezählt wurden, man auf der gleichen Fläche nur 39 Barthaare und 13 Härchen für die Vorderseite des Schenkels getroffen hat (*Withof*). Dass hier eine Menge individueller Verschiedenheiten mit unterlaufen, bedarf wohl keiner Bemerkung.

Die Haare zeichnen sich durch eine bedeutende Festigkeit und Dehnbarkeit aus. Sie können eine beträchtliche Last tragen, ohne zu zerreissen und nehmen, wenn die ausdehnende Gewalt nicht allzugross war, die alte Länge so ziemlich wieder an. Die trockne verhornte Beschaffenheit macht sie zu sehr ausdauernden Körperbestandtheilen (Mumienhaare). Sie ziehen im Uebrigen begierig Feuchtigkeit von aussen an, einmal den Wasserdunst der Atmosphäre, dann vom Haarknopfe aus die Flüssigkeit der Umgebung. Auf letzterem Vermögen beruht der Stoffwechsel des Schaftes, welcher trotz der trocknen Beschaffenheit desselben nicht ganz unbedeutend erscheint, wie namentlich Fälle eines raschen Ergrauens

darthun. Die Luftansammlung im Marke trifft mit einem Eintrocknungsprozesse zusammen. Aber auch mit dem Fett der Talgdrüsen durchtränkt sich der Haarschaft. Man kann, wie *Henle* richtig sagte, aus dem Zustande der Haare, ihrer Sprödigkeit einerseits und ihrem weichen, biegsamen, glänzenden Aussehen andern Theils die physiologische Beschaffenheit des Hautorganes erkennen.

Die Ernährung und das Wachsen des Haares geschehen in ganz ähnlicher Weise wie beim Nagel (§ 118). Durch einen Theilungsprozess findet eine Zellenvermehrung am unteren weichsten Theile des Haarknopfes statt, unterhalten durch das von den Blutgefässen des Balges und ganz besonders der Haarpapille gelieferte Bildungsmaterial. Wie das Wachsthum des Nagels durch Abschneiden des oberen Endes beschleunigt werden kann, so auch bei unseren Gebilden (Rasiren der Barthaare). Umgekehrt scheint für beide Theile, wenn sie unbeschnitten in ihren natürlichen Verhältnissen gelassen werden, mit einer gewissen Länge die Grenze des Wachsens einzutreten. — Früher sahen wir, dass der Nagel sich vollkommen regeneriren kann, so lange sein Bett unversehrt bleibt. Ebenso das Haar, wenn dessen Balg nicht zerstört wurde. Von dieser Regeneration wird zu Anfang des Lebens ein reichlicher Gebrauch gemacht. Aber auch später findet eine Neubildung der Haare statt, da der gesündeste Körper unter Schwinden der Wurzel jährlich eine grosse Menge von Haaren einbüsst.

Wie die Wachsthumsphänomene des Nagels durch *Berthold* genauer studirt wurden, ist es auch mit den Haaren der Fall gewesen[3]). Die Haare wachsen rascher bei Tage als in der Nacht, rascher in wärmerer als kälterer Jahreszeit, lebhafter bei häufigem Abschneiden. Barthaare nach je 12 Stunden abrasirt, ergeben für ein Jahr berechnet ein Wachsthum bis zu 12″, solche, die alle 24 Stunden weggenommen werden, nur bis 7½″, nach 36 Stunden rasirt nur bis 6¾″.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Eble*, die Lehre von den Haaren in der gesammten organischen Natur, 2 Bde. Wien 1831; *Henle*'s allg. Anat. S. 305. — 2) *Müller*'s Archiv 1837. S. 87. — 3) *Müll.* Archiv 1850. S. 157. Die Angaben *Engel*'s (Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 19. S. 240) über ein knospenartiges Wachsthum der Haare vom Schnittende aus beruhen auf irrthümlicher Deutung. Man vergl. auch *Förster* in *Virchow*'s Archiv Bd. 12. S. 569.

§ 219.

Wie *Valentin*[1]) fand und später *Koelliker* in ausführlicher Untersuchung[2]) bestätigte, bilden sich die ersten Anlagen der Haare bei menschlichen Früchten am Ende des dritten und zu Anfang des vierten Monats, und zwar zunächst an Stirne und Augenbrauen. Es entstehen hier (Fig. 281) durch einen Wucherungsprozess der Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes (*b*) kolbige oder warzenförmige Zellenhaufen (*m*) von 0,02‴, welche schief in die Cutis sich einsenken und den angrenzen-

Fig. 281.



Erste Haaranlage bei einem menschlichen Embryo von 16 Wochen. *a. b* Oberhautschichten; *m. m* Zellen der Haaranlage; *i* glashelle, sie überkleidende Hülle (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

den Theil derselben vor sich her einstülpen. Diese Zellen nehmen rasch an Zahl zu, so dass das Häufchen grösser und mehr flaschenförmig erscheint. Jetzt bemerkt man um das letztere herumgehend eine homogene, wasserhelle, dünne Membran (*i*), vermuthlich die glashelle Innenschicht des späteren Haarbalgs, um welche allmählich äusserlich die Lederhaut zu den peripherischen Theilen des Balges sich umwandelt. Bis zu dieser Stufe verhalten sich Haar- und Schweissdrüsenanlage (§ 203) gleich.

Während anfänglich unser ganzer Zellenhaufen gleichartig und solide erschien, macht sich bald eine Sonderung zwischen einem Achsentheile und einer peripherischen Schicht geltend. Ersterer wird zum Haare und dessen innerer Wurzelscheide, letztere zur äusseren. Die Zellen der zuletztgenannten Lagen verlängern sich querüber, während diejenigen des Achsentheiles der Haaranlage in der Längsrichtung wachsen. So ist es in der 18ten Woche des Fruchtlebens der Fall, wo der Zellenhaufen schon eine Länge von 0,1—0,2''' erreicht hat.

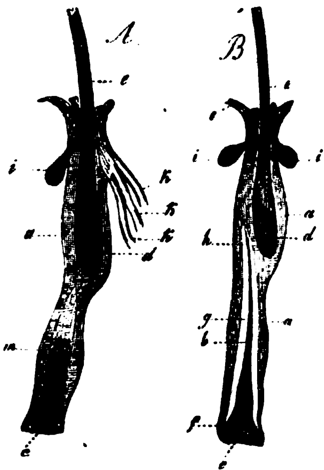
Bald beginnt in der inneren, unterwärts verbreiterten, nach oben zugespitzt auslaufenden (also kegelförmigen) Masse eine neue Sonderung, indem die Rindenschicht ihrer Zellen als innere Wurzelscheide glashell durchsichtig sich gestaltet, während die Achsenpartie, welche zum Haarknopf und dem Haarschaft wird, dunkler bleibt. Die Haarpapille ist in dieser Zeit ebenfalls kenntlich, ihre Bildungsweise jedoch noch nicht aufgeklärt.

Das somit angelegte eigentliche Haar zeigt sich anfänglich kurz und mit sehr starker innerer Wurzelscheide versehen, aber ohne eine erkennbare Marksubstanz. Es nimmt allmählich eine grössere Länge an, dringt in die unteren Zellen der Epidermis ein, welche es entweder unmittelbar oder erst nachträglich, nachdem es sich umgebogen und in schiefer Richtung noch eine Strecke weit vorgeschoben hatte, durchbricht.

Die anderen Haare entstehen ganz ähnlich, aber etwas später. Zu Ende des sechsten oder Anfang des siebenten Monats ist der Durchbruch der meisten Haare erfolgt.

Die in solcher Weise hervorbrechenden Haare erscheinen dünn und hell. Nach der Geburt findet in den alten Bälgen eine Neubildung von Haaren und eine dadurch bedingte Ablösung der alten statt. Man verdankt wiederum *Koelliker* den Nachweis dieses interessanten Prozesses (Fig. 282). Durch eine Wucherung der Zellen im Grunde des verlängerten Haarbalgs entsteht die Anlage des neuen Haares als keglige Masse (*A. m*),

Fig. 282.



Ausgezogene Augenwimpern des einjährigen Kindes mit einer Neubildung des Haares im Grunde des Sackes. *A* frühere, *B* spätere Stufe; *a* äussere, *g* innere Wurzelscheide; *d* Knopf und *e* Schaft des alten Haares; *i* Talgdrüsen; *k* Gänge von Schweissdrüsen; *c* trichterförmige Grube am Grunde der neuen Haaranlage, welche letztere in Fig. *A* bei *m* noch gleichartig sich zeigt, während Fig. *B* den Haarknopf *f*, Haarstamm *b* mit der Spitze *h* erkennen lässt (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

welche das alte somit von seinem Boden und bis in den Haarknopf verhornte gelöste Haar (*d. e*) vor sich liegen hat. Jene (*B*) wandelt sich in einen Haarknopf (*f*) und Haarschaft (*b. h*) mit innerer Wurzelscheide (*g*) in ganz ähnlicher Weise um, wie wir es bei der ersten Haaranlage des Fötus kennen gelernt haben. An dem älteren früheren Haare (*B. d. e*) schwindet schon anfänglich die innere Wurzelscheide und das neue treibt seine Spitze neben dem vorgeschobenen älteren zur Oeffnung des Balges heraus, um nach dem Ausfallen des letzteren den Balg später allein zu behaupten.

Auch in späteren Zeiten dürfte die Regeneration der Haare in ähnlicher Weise stattfinden. Ob unter normalen Verhältnissen in späterer Lebenszeit die ganze Haaranlage (mit Balg und äusserer Wurzelscheide) sich neu zu bilden vermag, ist noch nicht entschieden. Dagegen kommen pathologische Neubildungen der Haare und Bälge zum Theil unter sonderbaren Verhältnissen vor. Man begegnet ihnen auf Schleimhäuten, auf der Innenfläche mancher Balggeschwülste oder Cysten in der Haut und dem Ovarium, wo die Cystenwand eine der äusseren Haut des Menschen gleiche Beschaffenheit annahm und nicht blos Haare und Talgdrüsen, sondern auch Schweissdrüsen bildete[3]). Transplantationen der Haare nebst den Bälgen gelingen ebenfalls.

Anmerkung: 1) Entwicklungsgeschichte S. 275. — 2) *Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift Bd. 2. S. 71. Man vergl. ferner *Simon* in *Müller*'s Archiv 1841. S. 361; *Steinlin* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift Bd. 9. S. 288); *Reissner* a. a. O.; *Remak* a. a. O. S. 98 u. *Langer* (Denkschriften d. Wiener Akad. Bd. 1. Abth. 2. S. 1). Die Resultate letztgenannter Forscher weichen zum Theil beträchtlich von der im Texte gegebenen Darstellung ab. — 3) Die Haare sind theils Wollhärchen, theils stärkere und von ansehnlicher Länge. Sie können abgestossen als knauel- und zopfartige Massen in der Cyste gelegen sein.

§ 220.

Die bisher geschilderten Gewebe verbinden sich in sehr manchfacher Weise und unter sehr verschiedenartiger äusserer Form mit einander zu den einzelnen Organen oder Werkzeugen des Körpers. Diese Organe, deren Leistungen von den Einzelleistungen der sie bildenden Gewebe bedingt werden, bieten einer Eintheilung gegenüber noch weit grössere Schwierigkeiten dar als die einzelnen Gewebe (§ 82), um so mehr als der Organbegriff gar nicht scharf gezogen werden kann. Vergleicht man die verschiedenartigen Werkzeuge des Organismus, so zeigen sie hinsichtlich ihres Aufbaues die allergrössten Differenzen. Ein Theil von ihnen erscheint in einfachster Weise nur aus einem einzigen Gewebe hergestellt; z. B. die Nägel, die Linse, der Glaskörper. Es kann somit ihre Leistung mit der physiologischen Energie des Gewebes geradezu zusammenfallen. Andere Organe aber sind Vereinigungen mehrerer, vieler, ja selbst der meisten Gewebe des Leibes. Es mag für letztere Beschaffenheit genügen an das Sehwerkzeug zu erinnern. So scheint sich, wie es auch bei der Klassifikation der Gewebe vorkam, der systematische Werth des Einfachen und Zusammengesetzten auch hier geltend zu machen. Indessen lässt sich dieses Prinzip durch das Heer der einzelnen Organe noch weniger scharf hindurch führen, als es bei den Geweben der Fall war.

Die Zusammenfassung der Organe zu den sogenannten Systemen des Körpers ist eine sehr gewöhnliche Klassifikation der Anatomen. Man versteht darunter eine Vereinigung von Körpertheilen, welche sich in Bezug auf ihre feinere Zusammensetzung, hinsichtlich ihres Gewebes, als gleichartig oder ähnlich ergeben. Man gewann so die Begriffe von Nerven-, Muskel-, Knochen-, Gefässsystem etc. Man redet indessen auch von einem Verdauungssystem, einem Geschlechtssysteme, wo dieses ähnliche Gefüge der einzelnen, das Ganze bildenden Theile in keiner Weise vorhanden ist. Durchmustert man die Lehrbücher, so stösst man dem entsprechend auf grosse Verschiedenheiten[1]).

Am zweckmässigsten dürfte es sein, ein physiologisches Eintheilungsprinzip dem dritten Abschnitt unseres Buches unterzulegen, die alte Eintheilung der Organe in solche, welche dem vegetativen, und in solche, welche dem animalen Geschehen des Körpers dienen, zu benutzen. Allerdings lässt sich diese Grenzlinie ebenfalls nicht scharf ziehen: es kommen, wie es die wunderbare Verkettung der Körpertheile mit sich bringt, auch hier der Uebergänge gar manche vor. So treten Nerven und Muskeln in die Werkzeuge der vegetativen Sphäre ein und umgekehrt Blut- und Lymphgefässe, Drüsen in animale Organe und Anderes mehr.

Geht man vom letzteren Standpunkte aus, so gewinnt man als eine weitere Zusammenfassung den Begriff des Apparates, d. h. einer Anzahl mit einander zu einer grösseren physiologischen Gesammtleistung

verbundener Organe. Die Begriffe des Systemes und Apparates können mit einander zusammenfallen, wie bei den knöchernen, muskulösen und nervösen Körpertheilen, müssen es aber nicht. So gibt es in unserer Auffassung wohl einen Verdauungs- und Respirationsapparat, nicht aber ein Verdauungs- und Respirationssystem.

Wir unterscheiden:

A. Der vegetativen Gruppe angehörig:

1. Verdauungsapparat.
2. Athmungsapparat.
3. Kreislaufsapparat.
4. Harnapparat.
5. Geschlechtsapparat.

B. Der animalen Gruppe angehörig:

6. Knochenapparat oder Knochensystem.
7. Muskelapparat oder Muskelsystem.
8. Nervenapparat oder Nervensystem.
9. Sinnesapparat.

Da wir bei den einzelnen Geweben schon vielfach ihrer Anordnung zu Organen oder ihrer Beschaffenheit innerhalb zusammengesetzterer Werkzeuge gedenken mussten, wird die Erörterung dieses dritten Theiles, der topographischen Histologie, für die einzelnen Theile eine sehr ungleichförmige sein. Es wird sich wesentlich nur darum handeln, des feineren Aufbaues zu gedenken und Dasjenige an mikroskopischem Verhalten einzelner Organe hinzuzufügen, was bisher noch nicht zur Sprache gebracht werden konnte.

Anmerkung: 1) Als Beispiele vergl. man die betreffenden Eintheilungen bei *Krause, Bruns* und *Koelliker*.

III.

Die Organe des Körpers.

A. Organe der vegetativen Gruppe.

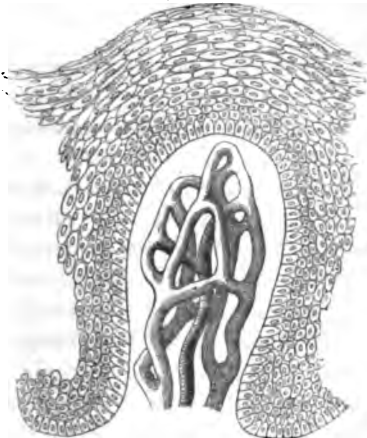
1. Der Verdauungsapparat.

§ 221.

Der Verdauungsapparat besteht aus der Mundhöhle mit den in dieser befindlichen Zähnen (welche schon früher § 162 und 168 ihre Erörterung fanden) und der Zunge, den in sie ausmündenden Speicheldrüsen, aus Schlundkopf, Speiseröhre, Magen, den dünnen und dicken Gedärmen und den in den Anfangstheil der ersteren sich einsenkenden grossen Drüsen, dem Pankreas und der Leber. Mit wenigen Ausnahmen betheiligen sich fast alle Gewebe an dem Aufbau dieser ausgedehnten Organgruppe, in welcher namentlich drüsige Gebilde eine wichtige Bedeutung gewinnen und vom Anfange bis zur Mündung nach unten eine schleimhäutige Innenfläche gefunden wird.

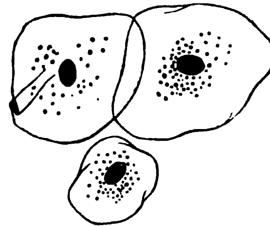
Die Mundhöhle[1]) zeigt eine Mucosa von der schon oben (§ 147) im Allgemeinen geschilderten Textur und an der freien Fläche in eine Menge dicht gedrängter kegel- und fadenförmiger Papillen vorspringend (Fig. 283).

Fig. 283.



Eine Papille vom Zahnfleisch eines Kindes mit dem Gefässnetz und dem Epithelialüberzuge (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Fig 284.



Epithelialzellen der obersten Schichten aus der Mundhöhle des Menschen.

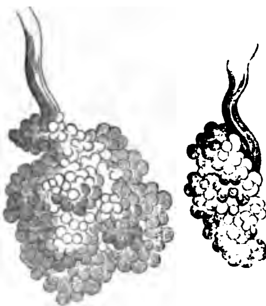
Die Dicke der Schleimhaut wechselt und erreicht im Maximum etwa 0,2‴. Die Papillen besitzen ebenfalls eine sehr ungleiche Länge von 0,1 bis gegen 0,2‴ und mehr. Der stark geschichtete Epithelialüberzug besteht aus plattenförmigen Zellen (Fig. 284), deren schon früher (§ 107) ausführlicher gedacht wurde. Sie gehen an der Mundöffnung in die Epidermoidalzellen über.

Das Schleimhautgewebe selbst ist reich an elastischen Fasern und zeigt ein Netzwerk sich durchkreuzender Bindegewebebündel. Es verdichtet sich an der freien Oberfläche und lässt hier eine homogene, glashelle Grenzschicht erkennen. In den Papillen tritt (wie es auch sonst, z. B. an den Wärzchen der äusseren Haut, mehr noch an den Darmzotten vorkommt), die faserige Beschaffenheit zurück und ein mehr unentwickeltes Bindewebe macht sich geltend.

Nach abwärts wird das Schleimhautgewebe allmählich zu dem submukösen. Letzteres erscheint bald als eine festere Fasermasse (wie am Zahnfleisch) oder in losem Gefüge weich und dehnbar (wie auf dem Boden der Mundhöhle). Man bemerkt in ihm traubige Gruppirungen von Fettzellen oder die Körper sogenannter Schleimdrüschen.

An letzteren Organen (Fig. 285) ist die Mundhöhlenschleimhaut reich. Sie messen 2 und 1‴ bis herab zu 0,25‴ und weniger, nehmen gewöhnlich eine Lage unter der eigentlichen Mucosa ein, wo sie dicht gedrängt eine besondere dicke Drüsenschicht bilden können, und durchbohren das Schleimhautgewebe mit kurzen, mehr geraden Gängen. Ihre Textur ist die gewöhnliche, so dass auf § 203 (und 199) verwiesen werden kann.

Fig. 285.



Traubige Schleimdrüschen (sogenannte Gaumendrüsen) des Menschen.

An einzelnen Lokalitäten werden diese Drüschen, welchen man in üblicher Weise einen Antheil bei der Schleimproduktion der Mundhöhle zuschreibt, recht zahlreich und erhalten dann bestimmte Namen. Es gehören hierhin die Lippen-, Backen- und Gaumendrüschen. Erstere, sehr zahlreich, bilden in einiger Entfernung vom rothen Lippenrand eine ringförmige Gruppirung und sind die grössten. Weniger häufig finden sich die kleineren Backendrüsen. Die ebenfalls kleineren Gaumendrüsen bilden am weichen Gaumen ein starkes Drüsenpolster unter der Mucosa.

Die Kapillargefässe der Mundschleimhaut sind sehr zahlreich und enge Netze bildend. In die Papillen dringt nach der Grösse entweder nur eine einfache Schleife oder ein Schlingennetz (Fig. 283) ein. Die Lymphgefässe sind wenig erforscht, ebenso die Nerven. Ein Vorkommen von

Endkolben beobachtete neuerlich *Krause*[2]) (§ 191) in den Schleimhautfalten am Boden der Mundhöhle gegen die Zunge hin, am weichen Gaumen und dem Scheimhautgewebe des rothen Lippenrandes (jedoch nicht immer in den Papillen).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*, Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 2; *Sebastian, recherches sur les glandes labiales. Groningue* 1842; *Szontagh* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. März 1856. — 2) a. a. O. S. 33.

§ 222.

Die Speicheldrüsen[1]) stellen gewissermassen weiter ausgebildete zusammengesetztere Schleimdrüschen dar. Sie bieten uns wenig oder gar nichts Auffallendes Ihre Bläschen messen so ziemlich bei allen 0,02—0,03333''' und zeigen epitheliumartig aufgereiht einen Beleg plattenartiger Drüsenzellen von 0,005—0,008''', welche einen einfachen Kern führen und in der Sublingualis und Submaxillaris Fett- und auch wohl Pigmentmoleküle enthalten. Es haben diese Zellen also nichts mit den sogenannten Schleim- (Speichel-) körperchen zu thun, mit welchen man sie früher irrig zusammenwarf. Die Ausführungsgänge sind von cylindrischen Zellen begleitet. Nur der *ductus Whartonianus* besitzt eine schwache Lage mühsam zu erkennender kontraktiler Faserzellen (*Koelliker*), während der *ductus Stenonianus* der Parotis, der *Bartholin*'sche und die *Rivin*'schen der Sublingualis bindegewebig bleiben. Das Kapillarnetz ist ein rundliches. Der Nervenreichthum unserer Drüsen ist ein bedeutender, indem einmal sympathische Fasern vom *Plexus caroticus externus* und dann cerebrale vom dritten Aste des Trigeminus und dem Facialis eintreten (in die Parotis der *Auriculo-temporalis* und *Facialis externus*, in die untere Drüsengruppe der *Lingualis* und die *Chorda tympani*). Die Endigungsweise der Nervenröhren ist fast gänzlich unbekannt (§ 202).

Der Speichel, *Saliva*[2]), wie er sich in der Mundhöhle des Menschen vorfindet, ist das Gemeng des Sekrets der Parotiden, der unteren Speicheldrüsengruppe und der übrigen in die Mundhöhle einmündenden Drüsen.

Er stellt ein farbloses, leicht getrübtes, etwas zähflüssiges Fluidum ohne Geruch und Geschmack dar. Die Reaktion ist gewöhnlich eine schwach alkalische oder auch neutrale, selten eine sauere. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 1004—1009.

Bei mikroskopischer Untersuchung gewahren wir in ihm die abgestossenen Plattenepithelien, zuweilen abgespülte Drüsenzellen und als drittes nie fehlendes Element, bald sehr spärlich, bald in grosser Menge, die sogenannten Schleimkörperchen (Speichelkörperchen). Letztere stammen, wie schon § 201 erwähnt wurde, aus der unteren Drüsengruppe (*Donders*).

In chemischer Hinsicht zeigt uns das Sekret einen geringen, zwi-

schen 5—10 auf 1000 variirenden Gehalt an festen Bestandtheilen. Unter den organischen Stoffen ist der wichtigste ein an Alkalien oder Kalkerde gebundener, sehr veränderlicher Eiweisskörper, das sogenannte Ptyalin von *Berzelius*, unlöslich in Alkohol, schwer löslich in Wasser; im Uebrigen noch nicht rein dargestellt. Dazu kommen Mucin, vielleicht etwas Leucin (?), Extraktivstoffe, Fette und fettsaures Alkali[3]). Als abnorme pathologische Bestandtheile können Harnstoff, Gallenpigmente, Zucker auftreten. Die anorganischen Verbindungen sind Chloralkalien, geringe Mengen phosphorsaurer Alkalien und Erden, etwas Eisenoxyd und, wenigstens bei Mensch und Hund, in merkwürdiger Weise noch das Schwefelcyankalium (Rhodankalium), worüber man § 50 vergleiche. Als Beispiel einer quantitativen Zusammensetzung diene eine Analyse von *Frerichs*[4]). Der Speichel eines gesunden Mannes enthält:

Wasser	994,10
Feste Bestandtheile	5,90
Epithelien und Schleim	2,13
Fett	0,07
Speichelstoff und geringe Mengen Alkoholextrakt	1,41
Rhodankalium	0,10
Chlornatrium, Chlorkalium, phosphors. Alkalien und Erden und Eisenoxyd	2,19

Von Interesse ist es, dieses Gemisch des Speichels mit den Sekreten der einzelnen Drüsen zu vergleichen. Es ergibt sich, dass die Absonderung der Ohrspeicheldrüsen vorzugsweise das sogenannte Ptyalin und das Rhodankalium liefert, dagegen frei von Schleim ist, während das Sekret der Submaxillaris beiderlei Stoffe nur spurweise oder auch gar nicht, wohl aber reichlichen Schleimstoff führt.

Die Absonderung des Speichels steht in höchst interessanter Weise unter dem direkten Einflusse des Nervensystems (*Ludwig*). Reizung des Facialis ruft in der Speicheldrüse die Absonderung herbei und zwar selbt beim Stillstehen der Blutströmung in der Carotis. Aber auch die Reizung des Halstheiles des Sympathicus führt zur Speichelabsonderung in der Submaxillardrüse, wie *Czermak* fand. Unter Umständen kann der Sympathicus hemmend auf die eingeleitete Sekretion wirken; Verhältnisse, welche *Bernard* neuerdings so erklärt, dass dem Sympathicus eine verengende Wirkung auf die Blutgefässe der Speicheldrüsen zukommt, während der Facialis die Gefässwand gerade entgegengesetzt erschlafft. Letztere muss die Sekretion fördern, erstere sie beschränken. Als reflektirte Bewegung wird unsere Absonderung vom Glossopharyngeus, Trigeminus (und Vagus [?]) erregt[5]).

Die Absonderung ist im Uebrigen eine stetige, aber in ihrer Intensität ungemein wechselnde. Die Menge des Speichels wird von *Bidder* und *Schmidt* für den Tag auf 1500 Grms. geschätzt.

Die Wirkung des Speichels ist einmal diejenige des Wassers, dann aber eine chemische, die Umwandlung des Amylons in Traubenzucker

herbeiführende. Merkwürdigerweise kommt diese von *Leuchs* entdeckte fermentirende Wirkung keinem der einzelnen Sekrete für sich in erheblichem Grade zu, sondern nur einem Gemenge von Speicheldrüsensekret und Mundschleim zugleich [6]). Das Ferment verliert seine Wirkung durch Alkohol und Siedhitze ebensowenig, als durch die Gegenwart einer freien Säure.

Anmerkung: 1) Vergl. den Artikel: »*Salivary glands*« von *Ward* in der *Cycl. Vol.* 4. *p.* 422 und *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 49. — 2) *Wright, on the physiology and pathology of the saliva. London* 1842; *Jacubowitsch, de saliva. Dorpati* 1848 *Diss.*; den *Frerichs*'schen Artikel: »Verdauung« im Handw. d. Phys. Bd. 3. S. 758; *Tilanus, de saliva et muco. Amstelodami* 1849; *Lehmann*'s phys. Chemie Bd. 2. S. 9 und Zoochemie S. 5; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte S. 1; *Bernard, Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme. Paris* 1859. *p.* 239. — 3) Ueber den Eiweisskörper des Speichels herrscht die grösste Konfusion. In den Speicheldrüssen fanden *Frerichs* und *Städeler* (Mitth. d. naturf. Ges. in Zürich Bd. 4. S. 88) Leucin in sehr geringer Menge; ebenso im Sekret bei Speichelfluss. — 4) a. a. O. S. 766. — 5) Man vergl. *Ludwig* in den Mittheil. der naturf. Ges. in Zürich Bd. 2. S. 210 und in *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift. N. F. Bd. 1. S. 255; *Ludwig* und *Becher* a. a. O. S. 278, sowie *Rahn* S. 285; *Koelliker* und *Müller* Würzburger Verhandlungen Bd. 5. S. 215 und Bd. 6. S. 511; *Bernard, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris* 1858. *Tome* 2 und *Czermak* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 25. S. 3. — 6) Es ist unerklärt, wie durch die Vermischung zweier Sekrete eine so kräftige Fermentwirkung erzeugt wird. —

§ 223.

Die Zunge [1]) ist ein wesentlich muskulöses Organ, überkleidet von einer Schleimhaut, welche über den vorderen grösseren Theil des Zungenrückens eine Unzahl entwickelter, mit Nerven versehener Papillen, der sogenannten Geschmackswärzchen führt und so zum Sinnesorgane wird.

Indem wir die Erörterung ihrer aus quergestreiften Fäden (§ 174) bestehenden, theils senkrecht, theils quer und theils longitudinal verlaufenden Muskulatur zum grössten Theile der beschreibenden Anatomie überlassen, seien nur wenige Punkte hier erwähnt.

Der sogenannte Faserknorpel der Zunge, welcher als dünner Vertikalstreifen in der Mittellinie durch das Organ verläuft, rechnet nicht zum Knorpelgewebe, sondern besteht aus innig verwebten Bindegewebebündeln. Zu seinen Seiten steigen die beiden Genioglossi empor, die mit ihren Faserbündeln sich ausbreitend von dem *Transversus linguae* mehr oder weniger rechtwinklig durchsetzt werden. Beiderlei Muskeln stellen die Hauptmasse des Organs dar. Der Hyoglossus mit seinen beiden Theilen, der erste der die Rinde der Zunge bildenden Muskeln, läuft an den Seitentheilen der Zunge, dem Genioglossus ähnlich, ebenfalls durchsetzt von den Aussentheilen des Transversus seiner Seite. Der Styloglossus läuft mit seiner schwächeren inneren Partie quer zwischen Ge-

nioglossus und Hyoglossus bis zum Faserknorpel hin, während der stärkere äussere Theil seitwärts an der äusseren Fläche des Hyoglossus nach vorne verläuft, um hinter dem Frenulum und vor dem vorderen Ende der Sublingualdrüse mit den Faserbündeln der anderen Seite zusammenzutreffen. Hierzu kommen noch längslaufende Muskelmassen, welche von der Wurzel nach der Spitze ziehen und zwar theils an der Unterfläche, theils am Rücken. Die erstere Lage ist die massenhaftere, mit dem Namen des *M. Lingualis* versehen und vorne durch Fasern der äusseren Partie des Styloglossus verstärkt. Sie läuft zwischen Genio- und Hyoglossus bis zur Zungenspitze, wo sie sich in Bündel auflöst, die einmal nach vorne, anderen Theiles nach oben gehen. Die oberflächliche dünnere Längslage (*Lingualis superior*) kommt unter der Schleimhaut des ganzen Zungenrückens vor. Soweit die Muskeln der Zunge in das Schleimhautgewebe sich verlieren, gehen sie mit sehnenartigen Bindegewebebündeln in die Fasermasse derselben ein.

Wichtiger erscheint die Schleimhaut selbst. Dieselbe, von dem geschichteten Plattenepithelium der Mundhöhle (§ 220) bedeckt, ist mit Ausnahme der Papillen in nichts wesentlich von andern Mukosen verschieden. Ihr bindegewebiges Stratum ist ziemlich stark und mit reichlicheren elastischen Fasern versehen, ebenso eine grosse Menge von Blutgefässen führend.

In ihrer oberen Schicht verliert die bindegewebige Masse den faserigen Charakter, um zu einem mehr homogenen und körnigen Gewebe sich umzuwandeln. In der Geschmacksgegend fehlt ein submuköses Gewebe, indem eine fest verwebte bindegewebige Schicht, der untere Theil des Schleimhautgewebes die Stelle ersetzt.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Todd-Bowman* a. a. O. *Vol.* 7. *p.* 434; *Koelliker* Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 12; *Gerlach* l. c. S. 288; *Zaglas* in den *Annals of Anatomy and Physiology, ed. by Goodsir. Vol.* 1. *p.* 1; *Hyde Salter*'s Artikel: »*Tongue*« in der *Cyclopaedia. Vol.* 4. *p.* 1131; *Sachs, Observationes de linguae structura penitiori. Vratislaviae* 1856. *Diss.*

§ 224.

Während die Schleimhaut der Zunge an der Unterfläche glatt und ohne Papillen bleibt, kommen die Geschmackswärzchen[1]) vom *Foramen coecum* an über den vorderen Theil des Zungenrückens in Unzahl vor. Man unterscheidet bekanntlich, obgleich eine Menge von Uebergangsformen sich finden, derselben dreierlei, die fadenförmigen, schwammförmigen und die umwallten.

Die fadenförmigen Geschmackswärzchen, *Papillae filiformes*, *S. conicae* (Fig. 286) finden sich bei weitem in grösster Menge vor und bestehen aus einem kegelförmigen Grundtheile, welcher einer Anzahl dünner zugespitzter Papillen pinselartig auf seiner Spitze trägt. Die Menge dieser kleinen Wärzchen wechselt von 5 zu 10, 12, 15 und mehr. Ganz eigenthümlich ist die starke Ausbildung der Epithelial-

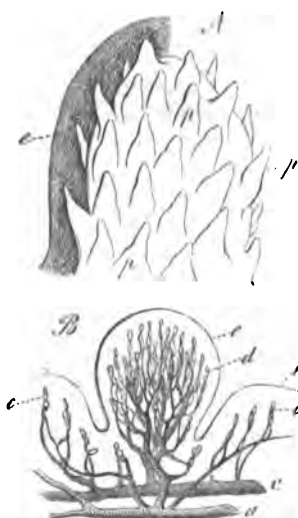
schicht, welche stark verhornt in langen fadenförmigen, zuweilen sich theilenden Spitzen über den Papillen vorkommt und dieselben ansehnlich verlängert erscheinen lässt. Die Gefässe bestehen in einer Kapillarschlinge für jedes der kegelförmigen Wärzchen mit einem Arterien- und Venenstämmchen für die ganze Gruppe. Die Endigung der Nerven ist noch nicht ermittelt. Die stärkste Ausbildung erlangen diese Geschmackswärzchen über der Mitte des Zungenrückens, während sie nach den Rändern und der Spitze an Mächtigkeit abnehmen. Hier kommen vielfach dieselben reihenweise, umhüllt von gemeinschaftlichen Epithelialscheiden, vor[2]).

Fig. 286.



Zwei fadenförmige Papillen des Menschen, die eine (*p* links) mit, die andere (*p* rechts) ohne Epithelium. Der Epithelialüberzug *e*, nach oben über den Einzelpapillen in lange pinselförmige Fortsätze *f* auslaufend. Das Gefässsystem der einen Papille mit dem Arterienstämmchen *a* und der Vene *v*. Kopie von *Todd* und *Bowman* (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Fig. 287.



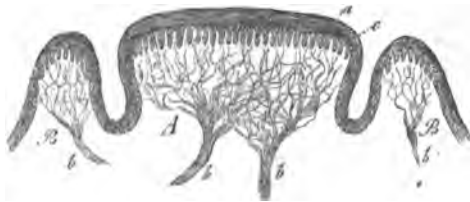
Schwammförmige Geschmackswärzchen des Menschen. *A*. Eine Papille, links mit dem Epithelialüberzug *e* und über die ganze Oberfläche mit den kegelförmigen Einzelpapillen *p* besetzt. *B*. Eine andere bei schwächerer Vergrösserung mit der Epithelialhülle *e*, sowie den Haargefässschlingen *d*, der Arterie *a* und Vene *v*; *c* Kapillarschlingen in den angrenzenden einfachen Papillen der Schleimhaut. Kopie nach *Todd* und *Bowman* (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Die zweite Form, die schwammförmigen Geschmackswärzchen, *Papillae fungiformes s. clavatae* (Fig. 287), erscheinen zerstreut über den ganzen Rücken der Zunge unter der Menge der vorigen Varietät, am zahlreichsten nach der Spitze hin. Sie zeichnen sich

aus durch ihre dickere, keulenförmige Form und ihre glatte nicht pinselförmige Oberfläche. Die schwammförmige Papille erhebt sich mit einem engeren halsartigen Theile aus der Schleimhaut, um mit einer rundlicheren kolbigen Partie zu endigen. Die ganze Oberfläche der letzteren (*A*) ist mit zahlreichen kegelförmigen Einzelpapillen (*p*) besetzt, über welche der Epithelialüberzug (*A. e. B. e*) hinwegläuft. Das Schlingenwerk der Gefässe (*c*) ist hier ein weit reichlicheres als bei der vorigen Form. Die Nerven treten mit stärkeren Stämmchen ein. Man hat Theilungen der Primitivfasern getroffen, ohne die Endigungsweise genauer zu kennen. Nach *Krause* kommen Endkolben (§ 191) vor.

Die dritte Form endlich, die umwallten Geschmackswärzchen, *Papillae vallatae s. circumvallatae* (Fig 288), stellt die grössten und wohl auch für die Geschmacksempfindung wichtigsten unserer Organe dar. Die Zahl derselben ist eine geringe, aber wechselnde, ungefähr 10—15 betragende. Sie stehen in Vförmiger Stellung an der Zungenwurzel. Ein jedes unserer Geschmackswärzchen (*A*) wird von einem ringartigen Schleimhautwalle (*B*) umgeben und trägt auf der breiten Oberfläche eine Menge kegelförmiger Einzelpapillen (*c*) von gleichmässiger Epithelialmasse (*a*) bedeckt. Die Warze, welche an der Spitze des V gelegen ist, erhebt sich aus einer tieferen Grube, dem sogenannten *Foramen coecum linguae*.

Fig. 288.



Eine umwallte Papille des Menschen. *A*. Mit den Einzelpapillen *c*, dem Epithelium *a* und den Nervenstämmen *b*. *B*. Der umgebende Wall mit seinen Nerven *b*. Kopie nach *Todd* und *Bowman* (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Der Nervenreichthum ist ein ansehnlicher (*b. b*). Die Stämmchen bilden zierliche Plexus, aus welchen dann die Primitivröhren für die Einzelpapillen nach oben abtreten, welche in ihrer Endigungsweise noch nicht gekannt sind. Auch der umgebende wallartige Theil ist reich an Nerven (*B. b*).

Was die Herkunft der in den Geschmackswärzchen endigenden Nerven betrifft, so stammen sie aus dem Trigeminus und Glossopharyngeus, da der Hypoglossus nur Bewegungsnerv der Zunge ist. Der *Ramus lingualis* aus dem dritten Aste des Trigeminus versieht den vorderen Theil des Zungenrückens, während der Zungenast des Glossopharyngeus die hintere Partie des Rückens versorgt und in die umwallten Papillen mit seinen Stämmchen eindringt[3]). Zum Schmecken dürften kaum die mit verhornter Epithelialmasse bekleideten fadenförmigen Papillen geeignet sein (*Todd* und *Bowman*[4])), während für jenes, ebenso wohl das Gefühl, die beiden anderen Formen dienen.

Anmerkung. 1) Man vergl. das Werk von *Todd* und *Bowman*, *Vol.* I. *p.* 437; ebenso von *Koelliker* Bd. 2. Abth. 2. S. 22. — 2) Die fadenförmigen Geschmackswärzchen bieten zahlreiche Variationen dar, welche *Koelliker* genauer verfolgt hat (l. c. S. 29). Besonders interessant ist das bei Verdauungsbeschwerden häufigere Vorkommen von Fadenpilzen auf unseren Papillen. — 3) Die Nervenäste des Glossopharyngeus in der Zunge führen, wie *Remak* (*Müller*'s Archiv 1852. S. 58) fand, mikroskopische Ganglien. Auch an sehr feinen Aestchen des *N. lingualis* kommen sie vor. Man vergl. *Schiff* im Archiv für physiol. Heilkunde 1853. Bd. 12. S. 382. Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Geschmackswärzchen vergl. man auch *Wagner*'s Neurologische Untersuchungen S. 142. Nach *Koelliker* (a. a. O. S. 28) sind die Nervenfasern der umwallten Papillen feiner und blasser als die anderer Geschmackswärzchen. — 4) a. a. O. S. 440.

§ 225.

Hinter dem *Foramen coecum* begegnet man einer für das unbewaffnete Auge mehr oder weniger glatt erscheinenden Schleimhaut, wo die geschichtete Epitheliallage kleinere einfache, nur mit einer Gefässschlinge versehene Papillen bedeckt.

Hier treten verschiedene Formen von Drüsen auf. Zuerst erscheinen schon vor dem *Foramen coecum* spärlich kleinere Schleimdrüsen, welche dann unter den umwallten Papillen und nach hinten gegen die Zungenwurzel eine mächtige zusammenhängende Lage bilden.

An der unteren Fläche der Zungenspitze kommen noch zwei andere ansehnlichere traubige Drüsen vor, welche mit mehrfachen Ausführungsgängen neben dem Frenulum münden (*Blandin*, *Nuhn*). Ihre Funktion ist noch unbekannt.

Das hintere Viertheil der Zungenschleimhaut führt endlich noch die sogenannten Zungenbälge (Fig. 289).

Fig. 289.



Schema eines Zungenbalgs. *a*. Die balgartige Einstülpung des Schleimhautgewebes mit seinen Papillen. *b*. die geschlossenen (?), den Balg umgebenden Drüsenkapseln.

Es finden sich diese Gebilde in wechselnder Menge. Sie bestehen aus bald flacheren, bald tieferen (bis 1,5‴ und mehr erreichenden) Einstülpung des ganzen Schleimhautgewebes, so dass die einfachen Papillen auch in dem eingesenkten Theile zu erkennen sind. Letzterer (*a*) ist im Uebrigen bald enger, bald weiter und namentlich im Grunde verbreitert. In die Bälge münden die Gänge traubiger Schleimdrüsen ein. — Umstellt wird der Zungenbalg, wenn auch nicht ausnahmelos, von einer mässigen (5—6 erreichenden) Anzahl 0,1—0,3‴ grosser, rundlicher oder ovaler Körperchen (*b*), über deren nähere Beschaffenheit zur Zeit noch Kontroversen herrschen. Nach den Einen sind sie, wie zuerst *Koelliker*[2]) angab, durchaus geschlossene Gebilde, den Kapseln der

später zu schildernden Solitär- und *Peyer*'schen Drüsen des Darmkanals gleich, erfüllt von 0,004—0,005''' messenden rundlichen gekernten Zellen und in ihren derben Wandungen umsponnen von einem zierlichen Haargefässnetze. Nach den Andern (*Sachs, Sappey* und *Henle*[3]) sind die Kapseln nicht geschlossen, sondern mit einem offenen Hals in den Balg einmündend und das Ganze eine Art traubiger Drüse. Die schleimige Inhaltsmasse reagirt alkalisch.

Anmerkung: 1) Vergl. dessen Schrift: Ueber eine bis jetzt noch nicht näher beschriebene Drüse im Innern der Zungenspitze. Mannheim 1845. — 2) Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 41. — *Sachs, Observationes de linguae structura penitiori. Vratislaviae* 1856 *Diss.* und in *Müller*'s Archiv 1859. S. 196; *Sappey* in den *Comptes rendus Tome* 41. *p.* 957; *Henle* im Jahresbericht für 1856. S. 59; man vergl. auch *Leydig*'s Lehrbuch S. 285 und *Huxley* im *Microscop. Journal* 1855. *Vol.* 2. *p.* 74. Für *Koelliker*'s Ansicht haben sich in neuester Zeit ausgesprochen *Sappey, Traité d'anat. descript. Fas.* 1. *Tab.* 3. *Paris* 1857 und *Gauster*, Untersuchungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel. Wien 1857.

§ 226.

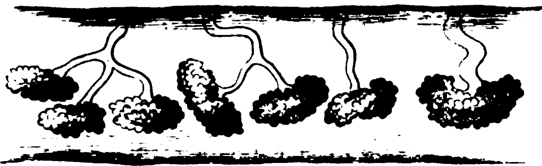
Der weiche Gaumen führt die schon früher (§ 221) erwähnten traubigen Schleimdrüsen, ebenso enthält er wiederum jene Balgdrüsen, deren der vorige § gedachte. Dieselben stellen, zu 12 bis 18 und 20 aggregirt, die Mandeln oder Tonsillen her. Dazwischen kommen, wie es scheint in wechselnder Menge, traubige Drüsen vor, welche mit ihrem Gange in den Grund des Einzelbalges einmünden. Beim Menschen ist bei den häufigen entzündlichen Leiden der Mandeln diese Struktur gewöhnlich zerstört[1]).

Der Schlundkopf, *Pharynx*[2]), zeigt sein Muskelsystem aus quergestreiften Fasern gebildet (§ 174). Die derbe Mucosa führt im unteren Theile des Organs, bekleidet vom geschichteten Plattenepithelium, noch einfache Papillen, welche im oberen Theile (Fornix), wo ein Wimperepithelium vorkommt, fehlen. Letztere Partie ist die an Drüsen reichere. Dieselben sind einmal traubige Schleimdrüschen und dann Balgdrüsen, welche nach *Koelliker* in zusammenhängender Lage über die Decke von der Mündung der einen *Eustachi*'schen Röhre bis zur andern sich erstrecken.

Die Speiseröhre, *Oesophagus*, zeigt in ihrer aus einer äusseren Längs- und einer inneren Querlage bestehenden Muskulatur ein Ersetztwerden des quergestreiften Gewebes durch die kontraktilen Faserzellen. Im oberen Drittheile des Organs findet sich nur die erstere Form des Muskelgewebes. Dann, beim Eintritt in den Brustkorb, beginnen zunächst in der queren, dann bald auch in der longitudinalen Fleischlage die kontraktile Faserzellen zu erscheinen, welche dann reichlicher und reichlicher werden, so dass im unteren Endtheile der Speiseröhre die glatte Faserformation fast ausschliesslich vorkommt und

auf diesem Wege der Uebergang zur Muskulatur des Magens bewirkt wird.

Fig. 290.



Oesophagealdrüsen des Menschen.

Fig. 291.



Eine kleine traubige Oesophagealdrüse des Kaninchens.

Die Schleimhaut, auf der sogenannten *Tunica nervea* (§ 47) gelegen, zeigt Längsfalten, führt, von stark geschichtetem Plattenepithelium überzogen, viele einfache Papillen und enthält zahlreiche Bündelchen kontraktiler Faserzellen (*Koelliker*[3]).

Die Drüsen der Speiseröhre (Fig. 290 und 291), wie es scheint bald spärlich, bald etwas reichlicher vorkommend, sind kleine traubige, wobei häufig zwei oder drei Ausführungsgänge zum gemeinsamen Kanal sich verbinden[4]).

Anmerkung: 1) *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 44; *Gerlach* a. a. O. S. 297; *Ecker*'s Icon. phys. Taf. 1. Fig. 20. — 2) *Koelliker* a. a. O. S. 124. — 3) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 3. S. 106. — 4) *Frerichs* (und *Frey*) in des Ersteren Artikel: »Verdauung« im Handw. d. Phys. Bd. 3. Abthl. 1. S. 746. Bei älteren Individuen können einzelne dieser Drüsenbläschen bis zum Zehnfachen ihres Umfanges erweitert sein.

§ 227.

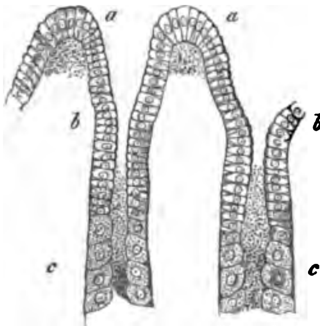
Eine genauere Besprechung als die zuletzt erwähnten Theile erfordert seiner physiologischen Wichtigkeit willen der Magen, *Ventriculus*, namentlich hinsichtlich seiner Schleimhaut.

Der seröse Ueberzug hat den gewöhnlichen Bau dieser Häute (§ 147) und die aus longitudinalen, queren und schief verlaufenden Schichten bestehende Muskulatur ist eine glatte (§ 173).

Die Schleimhaut des Magens führt von der Cardia an (wo mit scharfer gezackter Grenzlinie das Plattenepithelium der Speiseröhre endigt) die cylindrische Epithelialformation (§ 110), welche von nun an durch den ganzen Darm sich erhält. Ihre Zellen erscheinen lang und schmal (von 0,01429—0,01''' Länge und 0,002—0,0025''' Breite).

Die Oberfläche der Magenschleimhaut ist keine glatte, sondern eine unebene, mit bald höheren, bald flacheren Vorsprüngen versehen (von 0,03333 bis zu 0,05 und 0,1'''), welche letztere entweder eine zottenartige Form oder die Gestalt einander kreuzender Fältchen besitzen, so

Fig. 292.



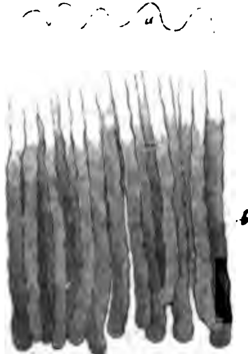
Die Oberfläche der Magenschleimhaut des Menschen senkrecht durchschnitten in schematischer Darstellung. Bei *b*. die zottenartigen Vorsprünge der Mucosa; bei *c*. zwei Labdrüsen; bei *a*. das Cylinderepithelium.

dass von ihren wallartigen Rändern kleinere oder grössere vertiefte Räume begrenzt werden, in denen die Labdrüsen münden, während ein Oeffnen auf der Höhe eines jener Vorsprünge niemals vorkommt (Fig. 292).

Ansehnlichere Erhebungen dieser Art treten in dem Pylorustheil des Magens auf, wo überhaupt die Schleimhaut ihre grösste Dicke bis selbst gegen 1''' erreicht, während sie nach der Cardia bei ebenerer Oberfläche an Mächtigkeit abnimmt bis zu 0,5 und 0,25'''[1]).

Das eigentliche Schleimhautgewebe ist bei der enormen Zahl der eingebetteten Drüsen ein wenig massenhaftes und zwischen letzteren nicht fibrilläres. Unterhalb der Drüsen findet sich eine aus faserigem Bindegewebe und gekreuzten glatten Muskelfasern bestehende 0,025—0,05''' dicke Lage, von welcher auch, wie nicht zu bezweifeln, dünne Bündelchen zwischen den Drüsenschläuchen empor steigen. Diese Muskelschicht, deren Anfänge schon im Oesophagus vorkommen, erhält sich von nun an, allerdings mit Modifikationen der Anordnung, als integrirender Theil der Verdauungsschleimhaut[2]).

Fig. 293.



Senkrechter Schnitt durch die menschl. Magenschleimhaut; *a*. Vorsprünge, *b*. Labdrüsen.

Die Drüsen des Magens, Labdrüsen[3]), sind die schon früher (§ 199) erwähnten Schläuche, welche in senkrechter Stellung höchst zahlreich neben einander die ganze Magenschleimhaut durchsetzen (Fig. 293. *b*). Von ihrer Menge kann die Thatsache eine Vorstellung gewähren, dass beim Kaninchen in der Pylorusregion auf 1□''' 1894 kommen. Ihre Länge fällt mit der Dicke der Mucosa zusammen, ergibt im Mittel ungefähr 0,5''', kann aber auch zur Hälfte herabsinken und auf das Doppelte sich erhöhen. Die Breite ergibt 0,025—0,02'''. Bei Kindern ist der Schlauch beträchlich kürzer und enger.

Die Ausmündung der Schläuche, entweder eine gruppenartige oder eine gleichmässigere, zeigt uns die rundlichen Oeffnungen, welche durch das herabsteigende und radienartig gestellte Cylinderepithelium um ein Beträchtliches verengt werden (Fig. 294).

Fig. 294.



Oberfläche der Magenschleimhaut mit den Oeffnungen der Labdrüsen und dem sie strahlig bekleidenden Cylinderepithelium.

Die feine *Membrana propria* des Drüsenschlauches (Fig. 295) ist beim Menschen nur leicht wellenförmig gebogen, bei manchen Säugethieren dagegen, wie dem Hund, stark ausgesackt. Das blinde Ende erscheint meistens mehr oder weniger kolbenartig erweitert und hier erreicht überhaupt der Drüsenschlauch seine grösste Breite, während er nach der Mündung enger zu werden pflegt. Gespaltene Magenschläuche sind seltene Vorkommnisse; leicht aber kann durch übereinander geschobene Endtheile das Bild eines getheilten Schlauches entstehen, bis die Anwendung der Alkalien das wahre Verhalten (Fig. 296) darthut.

Fig. 295.



Drei Magendrüsen des Menschen mit den Labzellen theilweise erfüllt.

Fig. 296.



Labdrüsen des menschlichen Magens nach Behandlung mit Alkalien.

Fig. 297.



Labzellen des Menschen. *a* Eine Zelle ohne Hülle; *b* ein von Resten des Zelleninhaltes umgebener Kern; *c* eine Zelle mit zwei Kernen; *d*—*g* Zellen mit Membranen und abnehmender Körnchenmenge.

Die Zellen, welche den Drüsenschlauch meistens ohne alle Ordnung ausfüllen, seltener so, dass ein schmaler Achsenkanal bleibt, kommen häufig mehr oder weniger zerstört zur Untersuchung (*a*. *b*. *c*). An geeigneten Objekten (*d*—*g*) erscheinen sie rundlichen oder unbestimmt eckigen Plattenepithelien verwandt, 0,01429—0,01 und 0,00833‴ messend, mit zarter Hülle, einem mehr oder weniger feinkörnigen Inhalt und einem Kern mit Nucleolus von etwa 0,00333‴. — Ueber ihre Mischung hat *Frerichs*[4]) einige Untersuchungen angestellt. Die Substanz

ist eine eiweissartige und der feinkörnige, durch Wasser ausziehbare Inhalt das sogenannte Pepsin (s. u.). Daneben findet sich eine gewisse Menge Fett (worunter auch Cholestearin). Die Asche (3—3,5%) besteht aus Erdphosphaten, Spuren von phosphors. Alkalien und schwefels. Kalk.

Anmerkung: 1) In menschlichen Leichen kommt nicht selten ein leicht höckeriger, kleine (0,25—0,5‴ messende) polyedrische Erhabenheiten zeigender, sogenannter mammelonirter Zustand der Magenschleimhaut auch unter ganz normalen Verhältnissen vor. — 2) Man vergl. *Middeldorpf, De glandulis Brunnianis. Vratislaviae* 1846. *Diss.*; *Brücke* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 6. S. 214 und Zeitschrift der Wiener Aerzte 1851. S. 286 und *Koelliker* in seiner und *Siebold's* Zeitschrift Bd. 3. S. 106, sowie Mikrosk. Anat. S. 148. — 3) Vergl. den Artikel: »Verdauung« von *Frerichs* S. 747; *Todd* und *Bowman* a. a. O. *Vol.* 2. *p.* 190; *Koelliker* Mikrosk. Anat. S. 138; *Ecker* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift N. F. Bd. 2. S. 243 und Icon. phys. Tab. 1; *Bruch* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift Bd. 8. S. 272 und *Henle* ebendaselbst N. F. Bd. 2. S 309; *Donders* Physiologie Bd. 1. S. 200. — 4) a. a. S. 778.

§ 228.

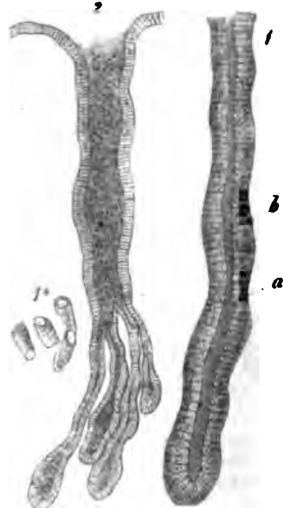
Nur an sehr beschränkten Stellen des menschlichen Magens finden sich Abweichungen von dem ebengeschilderten Vorkommen der Drüsen.

Fig. 298.



1 Eine zusammengesetzte Labdrüse des Hundes; *a* die weite Ausmündung (*Stomach cell*) mit dem Cylinderepithelium; *b* die Spaltung; *c* die mit Labzellen bekleideten Einzelschläuche; *d* der austretende Inhalt; 2 die Mündung *a* im Querschnitt; 3 Querschnitt durch die einzelnen Drüsen.

Fig. 299.



Magenschleimdrüsen. 1. Ein mit cylinderartigen Zellen bekleideter einfacher Drüsenschlauch aus der Cardia des Schweinsmagens; *a* die Zellen, *b* der Gang in der Achse. 1* Die Zellen isolirt. 2. Eine zusammengesetzte Drüse vom Pylorus des Hundes.

So trifft man in einem unbedeutenden Quergürtel um die Cardia zusammengesetzte, mit Labzellen erfüllte Schläuche, von denen uns Fig. 298. 1, die gleiche Drüse des Hundemagens, eine Vorstellung gewähren kann. Aus einem mehr oder weniger langen und bis zu 0,04‴ breiten, mit Cylinderzellen bekleideten gemeinschaftlichen Ausführungsgange, *Stomach-cell* von *Todd* und *Bowman* (*a*), entspringen erst zu 4, 5, 6 oder 7 die einzelnen Drüsenschläuche (*b. c*). Bei Säugethieren scheinen solche komplizirte Labdrüsen in weit grösserer Verbreitung häufig vorzukommen[1]).

Eine zweite Form der Magendrüse, welche schon vor langen Jahren von *Wasmann*[2]) beim Schwein entdeckt wurde, ist die eines nicht von den Labzellen, sondern cylindrischen, an die betreffende Epithelialart erinnernden Zellen bekleideten Schlauches (Fig. 299), der Magenschleimdrüse (*Koelliker*). Man hat später ein weiteres Vorkommen derartiger Schlauchdrüsen im Säugethiermagen dargethan und sie bald einfach (Fig. 299. 1), bald zusammengesetzt (2) angetroffen. Eine schmale Zone am Pylorus führt sie bei dem Menschen ebenfalls, aber als zusammengesetzte Drüsen (*Koelliker*). Ihr Inhalt scheint mit der Magensaftbildung nichts zu thun zu haben, erfordert aber genauere Erforschung. Eigenthümlich ist beim Schwein die Lage der Zellenkerne (2).

Fig. 300.



Das Gefässnetz der Magenschleimhaut des Menschen, halbschematisch. Der (feinere) Arterienstamm zerfällt in das gestreckte Kapillarnetz, welches in das rundliche der Drüsenmündungen übergeht, aus dem die Vene (das weitere dunklere Gefäss) entspringt.

Gewöhnliche traubige Drüsen, diese häufigen Erscheinungen der Schleimhäute, werden dem menschlichen Magen meistens ganz abgesprochen und im Allgemeinen mit Recht. Doch können sie vereinzelt auch hier vorkommen, wovon ich mich in den letzten Jahren mehrmals mit aller Sicherheit überzeugt habe.

Sogenannte linsenförmige Drüsen, d. h. kleine rundliche geschlossene Drüsenkapseln, wie wir sie bald als solitäre und *Peyer*'sche Drüsen des Darmkanals wieder finden werden, kommen keineswegs immer vor und wechseln auch da, wo sie vorhanden sind, in ihrer Menge ausserordentlich[3]).

Das Gefässsystem der Magenschleimhaut (Fig. 300)[4]), von welchem die Absonderung des Magensaftes und die Resorption des flüssigen Inhaltes bedingt sind, ist ein sehr charakteristisches (§ 202). Die Arterien zerspalten sich schon im

submukösen Bindegewebe, so dass sie mit feinen Aestchen schief aufsteigend (Fig. 300. und Fig. 301. *c*) zur Unterfläche der eigentlichen Schleimhaut gelangen. Hier (Fig. 301. *d*) lösen sie sich unter unbeträchtlicher Verfeinerung zu einem zierlichen Haargefässnetz auf, dessen Röhren von 0,0031'2—0,0017''' mit gestreckten Maschen (Fig 300 und und Fig. 302), die Labdrüsen umspinnen und so zur Oberfläche der Mucosa vordringen, wo von ihnen mit rundlichem Netze die Ausmündung der Labdrüsen umgeben wird (Fig. 300 oben). Aus der letzteren Partie des Haargefässsystems allein findet der Uebergang des Blutes in die venösen Anfangsäste statt, welche unter rascher und starker Zunahme des Quermessers zu Gefässstämmen sich gestalten, die in senkrechter Richtung absteigend die Schleimhaut durchsetzen, um in ein unterhalb letzterer ge-

Fig. 301.



Aus dem Hundemagen. *a* Die Vene mit ihren Aesten *b*; *c* der arterielle Zweig in das Kapillarnetz für die Labdrüsen (*a*) ausgehend.

Fig. 302.



Die Labdrüsen des Hundes in ihrer unteren Hälfte. umsponnen vom gestreckten Haargefässnetze.

legenes weitmaschiges horizontales Venennetz sich einzusenken (Fig. 300. und Fig. 301. *b. a.*). Mit geringeren, die Oberfläche der Schleimhaut betreffenden Modifikationen bleibt die Anordnung bei den verschiedenen Säugethieren die gleiche. — In dem gestreckten Kapillarnetz haben wir die der Sekretion dienende und in den rundlichen Maschen mit den Anfängen des Venensystems die mit der Resorption betraute Partie des Gefässsystems zu erblicken.

Die Lymphgefässe der Schleimhaut bilden oberflächliche und tiefere Netze.

Die aus dem Vagus und Sympathicus herstammenden Magennerven zeigen zahlreiche ganglionäre Anschwellungen und sind in ihrer Endigung noch unbekannt.

Anmerkung: 1) Man vergl. das Werk von *Todd* und *Bowman* p. 193, *Koelliker* l. c. S. 140 und Handbuch S. 414. — 2) Man s. *Wasmann, De digestione nonnulla. Berolini* 1839. *Diss.*; *Koelliker* l. c. S. 143 und Handbuch S. 415; *Ecker*'s Icon. phys. und

Donders a. a. O. S. 200. — 3) *Frerichs* a. a. O. S. 743. — 4) *Frey* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 315.

§ 229.

Im nüchternen Zustande erscheint die Magenschleimhaut blass, mehr oder weniger bedeckt von einem Ueberzuge einer alkalischen, zähen und schleimartigen Masse (dem Sekret der Magenschleimdrüsen), in welcher das Mikroskop neben abgestossenen Cylinderepithelien auch die aus den Labdrüsen ausgetretenen Labzellen, vielfach auch mehr oder weniger zerstörte Gebilde der Art, hüllenlose Zellen und freie Kerne, umgeben von den Molekeln des früheren Zelleninhaltes etc. darthut.

Bei Einfuhr von Speisen oder auch anderer, nicht zu verdauender Körper erfolgt durch vermehrten Bluteintritt in das so entwickelte Kapillarnetz eine mehr oder weniger lebhafte rosenrothe Färbung der Oberfläche und aus den Drüsenöffnungen quillt unter reichlichem Austritt von Labzellen der Magensaft, *Succus gastricus*[1]) hervor.

Dieser ist eine durchsichtige, bald farblose, bald gelbliche Flüssigkeit von stark saurer Reaktion, welche Theile des schleimigen Ueberzuges aufnimmt und aus dem körnigen Labzelleninhalt nachträglich noch fermentirende Substanzen auszieht, eine Extraktion, die im Uebrigen schon vorher aus den Labzellen im Innern des Drüsenschlauches stattgefunden hatte. Ebenso mischt sich natürlich der Magensaft mit dem verschluckten Speichel. So kann es kein Wunder nehmen, wenn man dem Magensaft ein spezifisches Gewicht von 1001, 1005 und 1010 zugeschrieben hat.

Die Menge der festen Bestandtheile in unserm Sekrete ist im Allgemeinen eine geringe, aber wechselnde. So enthält nach den Untersuchungen von *Bidder* und *Schmidt* der des Schafes 1,385, des Hundes 2,690 %, während er nach letzterem Forscher beim menschlichen Weibe nur 0,559 % besitzt. Die Natur des Sekretes muss im Uebrigen bei einem und demselben Geschöpfe beträchtliche Verschiedenheiten herbeiführen.

Die wichtigsten dieser Bestandtheile sind zwei, eine freie Säure und ein umgesetzter eiweissartiger Körper, welcher mit jener verbunden eine energische Fermentwirkung besitzt.

Die freie Säure hat manchfache Kontroversen verursacht. Man hielt sie, sehen wir ab von unbegründeteren Annahmen, entweder für Salzsäure oder Milchsäure. Während die Milchsäure (zuerst von *Leuret* und *Lassaigne* angenommen) in *Frerichs* und *Lehmann* ihre Vertheidiger fand, haben sich in neuester Zeit wieder *Bidder* und *Schmidt* für die Präexistenz der Chlorwasserstoffsäure (welche zuerst *Prout* behauptete) ausgesprochen und im Gegensatze zu der ersteren Auffassung, die die Salzsäure als Zersetzungsprodukt der Chlorverbindungen des Magensaftes erklärte, der Milchsäure eine derartige Bedeutung vindizirt, womit auch die Form letzterer Säure (gewöhnliche Milchsäure) sich in

Einklang befände (§ 33). Im Allgemeinen scheinen beiderlei Säuren im Magensafte vorzukommen, aber wechselnd in ihrer Menge, wodurch auch die ungleich saure Beschaffenheit des Sekrets zu erklären sein dürfte. *Schmidt* fand für eine Frau 0,02 % Salzsäure und mit *Bidder* für den Hund 0,305 %.

Der eiweissartige Körper des Magensaftes ist das sogenannte Pepsin (§ 10), schon vor langen Jahren durch *Schwann* und *Wasmann*[2]) untersucht. Seine Menge beträgt etwa im Mittel 1 % (nach *Bidder* und *Schmidt* beim Hunde 1,75, für das Schaf 0,42, für den Menschen nur 0,319 %). Wie über alle Fermentkörper des Organismus besitzt auch über das Pepsin die Gegenwart nur sehr geringe Kenntnisse. Wir wissen, dass es als lösliche Modifikation vorkommt, durch Alkohol gefällt wird, ohne bei nachheriger Auflösung in Wasser seine verdauende Kraft eingebüsst zu haben, während die Koagulation in der Siedhitze es derselben für immer beraubt. Es ist dieses Pepsin, wie *Frerichs* gezeigt hat, die feinkörnige Inhaltsmasse der Labzellen und, wie man sich schon lange überzeugte, in sehr kleiner Menge wirksam, so dass die Natur einen unerschöpflichen Vorrath desselben in einer Magenschleimhaut angehäuft hat.

Die Mineralverbindungen des *Succus gastricus* sind Chloralkalien, phosphorsaure Erden und phosphorsaures Eisenoxyd (*Bidder* und *Schmidt*). Unter ersteren ist bei weitem das Kochsalz überwiegend, aber neben Chlorkalium und Chlorcalcium auch Chlorammonium vorhanden. Als Beispiel der Salzmengen dienen die Bestimmungen der beiden zuletzt genannten Forscher. Der Prozentgehalt im Magensafte des Hundes betrug: Kochsalz 0,251, Chlorkalium 0,113, Chlorcalcium 0,062, Chlorammonium 0,047, phosphorsaure Kalkerde 0,173, phosphorsaure Magnesia 0,023 und phosphorsaures Eisenoxyd 0,008.

Wir sind berechtigt, das Sekret als ein mit freier Säure versehenes und die Mineralbestandtheile enthaltendes Wasser anzusehen, welches vom gestreckten Kapillarnetz der Labdrüsen abgesondert, in die Hohlräume letzterer eingedrungen und nach aussen vordringend dabei das Pepsin aus dem Inhalte der Labzellen ausgewaschen hat, ein Vorgang, der, wie schon bemerkt, im Hohlraum des Magens sich fortsetzt[3]).

Die Menge des Magensaftes ist natürlich bei der Periodizität der Absonderung für eine bestimmte Zeit sehr wechselnd und daher nur annähernd zu schätzen. *Bidder* und *Schmidt* nehmen sie als eine recht beträchtliche an. Ein Kilogramm Hund soll (mit sehr bedeutenden Differenzen nach beiden Seiten hin) im Laufe eines Tages etwa 100 Grm. bereiten. Für den Körper einer Frau erhielt *Schmidt* stündlich die enorme Zahl von 580 Grms.

Die Wirkung des Sekrets besteht in der Auflösung der Eiweissstoffe (und Leimkörper?) der Nahrung und ihrer Umwandlung zu den sogenannten »Peptonen«, d. h. Modifikationen, welche weder durch Siedhitze noch Mineralsäuren gerinnen und mit Metallsalzen keine unlöslichen Verbindungen eingehen (*Lehmann*)[4]). Nach *Meissner*[5]) entsteht

dabei noch eine zweite Reihe verwandter Körper, die sogenannten »Parapeptone«, welche bei der Neutralisation der Flüssigkeit präcipitiren.

Dass das periodisch strömende Sekret ähnlich wie die Speichelabsonderung unter Einflüssen des Nervensystems steht, dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, obgleich es noch nicht dargethan ist.

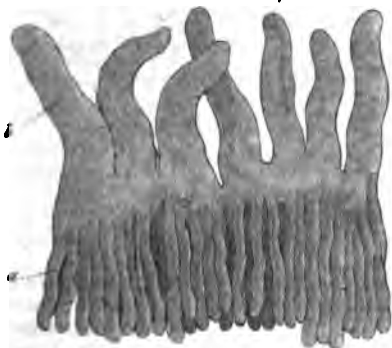
Anmerkung: 1) Man vergl. unter den neueren Arbeiten: *Frerichs*, Artikel »Verdauung« S. 779; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte etc. S. 29; *Lehmann*, physiol. Chemie Bd. 2. S. 35 sowie dessen Zoochemie S. 24; *Bernard*, *Leçons de physiologie expérimentale. Paris* 1856; ferner *Huebbenet*, *Disquisit. de succo gastrico. Dorpati* 1850. *Diss.*; *Grünewald* im Archiv für phys. Heilkunde, Bd. 13. S. 459; *Schmidt* in den Annalen Bd. 92. S. 42. — 2) a. a. O.; man s. *Schwann* in *Müller's* Archiv 1836. S. 90. — 3) *Schmidt* versuchte das wirksame Prinzip des Magensaftes als eine gepaarte Säure, »Chlorpepsinwasserstoffsäure«, zu betrachten (Annalen Bd. 61. S. 311). — 4) Phys. Chemie Bd. 1. S. 318. — 5) *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 7. S. 1.

§ 230.

Die Schleimhaut des Dünndarms ist dünner als diejenige des Magens. Sie führt in ihrer unteren Lage eine aus längs- und querlaufenden Bändern bestehende dünne Muskelschicht (*Brücke*) und zeigt im Allgemeinen ein dünnes submuköses Bindegewebe. Ihres eigenthümlichen Cylinderepitheliums wurde schon früher (§ 110) gedacht.

Die Schleimhaut, welche bekanntlich eine Menge halbmondförmiger Duplikaturen, die sogenannten *Valvulae conniventes Kerkringii* bildet, hat im Uebrigen eine recht komplizirte Struktur. Einmal besitzt die freie Oberfläche eine Unzahl konischer Vorsprünge, die sogenannten Darmzotten, *Villi intestinales*, so dass durch sie und die *Kerkring*'schen Falten eine sehr bedeutende Vergrösserung der physiologisch wirksamen Oberfläche erzielt wird. Dann treffen wir in dem Gewebe zweierlei Drüsenformen, die traubigen Schleimdrüschen und die schlauchförmigen *Lieberkühn*'schen, zu welchen noch kleine rundliche Körperchen in bald vereinzeltem, bald gruppenartigem Vorkommen sich hinzugesellen. Man nennt letztere hiernach solitäre und *Peyer*'sche oder aggregirte Drüsen.

Fig. 303.



Die Dünndarmschleimhaut der Katze im senkrechten Durchschnitt; *a* die *Lieberkühn*'schen Drüsen; *b* die Darmzotten.

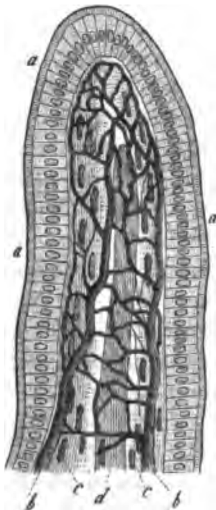
Schon auf der nach dem Darm gerichteten Fläche der Pförtnerklappe beginnen die Darmzotten, anfangs flach und niedrig, um allmählich höher zu werden und eine konische oder pyramidale Form

zu gewinnen, welche mehr nach abwärts zur schlanken, zungenartigen sich gestaltet. Sie stehen dicht gedrängt neben einander (Fig. 303. *b*), so dass nach *Krause*'s Zählungen auf 1 □''' im Duodenum und Jejunum 50—90, im Ileum 40—70 kommen und der ganze Dünndarm nach seiner Berechnung gegen 4,000,000 enthält. Ihre Höhe wechselt von 0,1, 0,2 bis 0,5''' und mehr. Ihre Breite fällt nach der differenten Form sehr verschieden aus und der Querschnitt zeigt das Gebilde entweder cylindrisch oder blattförmig.

Unter dem Cylinderepithelium, welches mit verdickter, von Porenkanälen durchzogener Wand an der freien Oberfläche versehen ist (Fig. 304. *a*), liegt der von dem Schleimhautgewebe gebildete Vorsprung. Letzteres ist hier mehr homogen, einzelne Elementarkörnchen, kleine rundliche Zellen (Bindegewebskörperchen) und freie Kerne enthaltend. Die Zotte wird von einem Blutgefässnetz (*b*), einem die Achse einnehmenden Lymphgefäss (*d*), ebenso noch zarten Bündeln glatter Muskulatur (*c*) durchzogen.

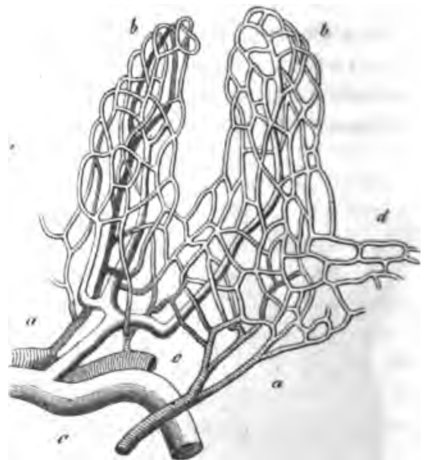
Das Kapillarnetz der Darmzotten (Fig. 305) zeigt uns bei kleineren Säugethieren einfach oder doppelt ein arterielles Aestchen (*a*), welches an der einen Seite emporsteigt, um in der Spitze umzubiegen und am entgegengesetzten Rande venös herabzulaufen (*c*). Zwischen beiden findet sich ein bald entwickelteres, bald einfacheres, rundlicheres Maschennetz feinerer Haargefässe (*b*). In nicht seltenen Fällen bildet das arterielle Aestchen (Fig.

Fig. 304.



Eine Darmzotte. *a* Das mit verdicktem Saume versehene Cylinderepithelium; *b* das Kapillarnetz; *c* Längslagen glatter Muskelfasern; *d* das in der Achse befindliche Chylusgefäss (nach *Leydig*).

Fig. 305.

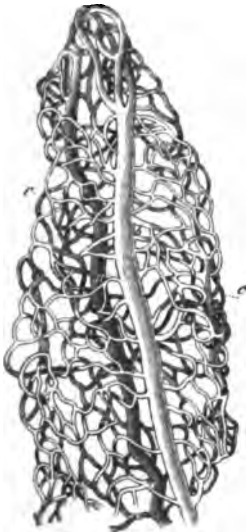


Das Gefässsystem der Darmzotten beim Kaninchen. Die Arterien *a a* (schattirt), theilweise ein Haargefässnetz um die *Lieberkühn*'schen Drüsen *d* bildend; *b* das Kapillarnetz der Zotten; *c* die venösen Gefässe (hell gehalten).

305. *a* rechts) erst ein Kapillarnetz für die an der Basis der Zotten mündenden *Lieberkühn*'schen Drüsen (*d*) und dieses setzt sich in dasjenige der Zotte einfach fort (*b* rechts). Dann aber (Fig. 306) gewahren wir häufig das 0,01—0,0125''' weite arterielle Stämmchen (*a*) doppelt oder dreifach vorhanden und die Vene (*b*) bis zu 0,02''' weit. Das Haargefässnetz (*c*) ist ein reichlicheres mit Röhren von 0,00333''' im Mittel und die schlingenartige Umbeugung der Arterie zur Vene kann fehlen, indem ein Kapillarnetz auf der Höhe der Zotte zwischen beiderlei Gefässe eingeschoben ist.

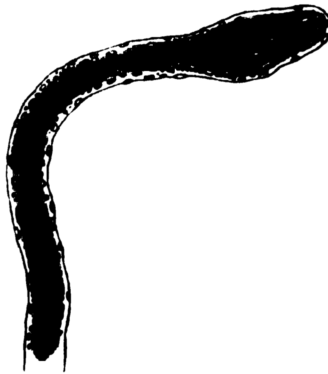
Das nach oben geschlossene Chylusgefäss[1]) wurde schon früher (§ 209) erwähnt. Es ist in breiten Zotten doppelt oder drei- und vier-

Fig. 306.



Das Gefässnetz einer Darmzotte des Haasen mit dem arteriellen Stamm *b*, dem Kapillarnetz *c* und dem venösen Zweig *a* (Kopie nach *Wagner*).

Fig. 307.



Die sehr schlanke Darmzotte eines in der Verdauung getödteten Ziegenlamms ohne Epithelium mit dem von Chylus erfüllten Lymphgefässe in der Achse.

fach, in den schmalen, schlanken nur einfach vorhanden. Hier nimmt es die Achse als ein von homogener, kernloser Membran gebildeter Schlauch ein (Fig. 304. *d*), von im Mittel 0,01''' Quermesser und nach oben entweder einfach abgerundet oder kolbig (bis zu 0,01333''') erweitert. Am schönsten tritt er an Darmzotten von in der Verdauung fettreicher Nahrung begriffenen Thieren hervor (Fig. 307).

Wie man schon seit einiger Zeit weiss, zeigen die Darmzotten des lebenden oder unmittelbar vorher getödteten Thieres eine lebendige Kontraktilität, eine unter zahlreichen Querrunzlungen der Oberfläche auftretende Verkürzung (*Lacauchie*, *Gruby* und *Delafond*, *Brücke*[2]).

Als Ursache entdeckte *Brücke*[3]) eine dünne Lage zarter, längslau-

fender, kontraktiler Faserzellen, welche das Chylusgefäss umhüllen und, wie *Koelliker* fand, im Verlaufe nach abwärts durch die Mucosa bis zu deren Muskulatur verfolgt werden können.

Einige Stunden nach der Aufnahme fettreicher Nahrungsmittel zeigt uns der in den Dünndarm gelangte Speisebrei das Neutralfett in dem Zustande feinster Vertheilung, eine physikalische Umänderung, welche durch die Zumischung der Galle, des pankreatischen und Darmsaftes erzielt wurde. Jetzt ist das Fett resorptionsfähig und die Aufsaugung desselben bald in vollem Gange. Hierzu dienen, wenn auch nicht ausschliesslich, doch ganz besonders die Darmzotten[1]), namentlich die Spitzen derselben.

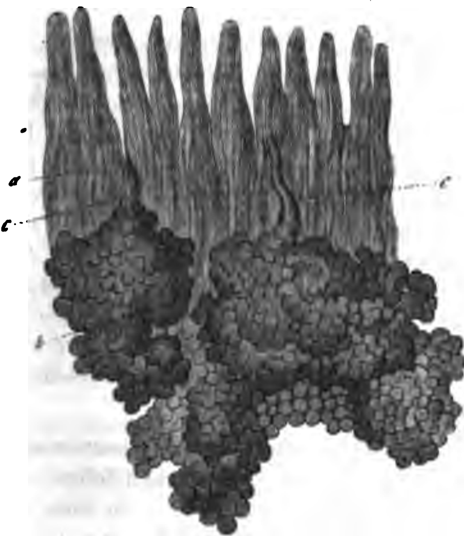
Der Anfang des Vorganges beruht darin, dass die Fettkügelchen in Gestalt höchst kleiner Moleküle von 0,002, 0,001 und 0,0005‴ nach der Passage des verdickten, von Porenkanälen durchzogenen Saumes der Cylinderepithelien in den Hohlraum der Zellen gelangt sind. Zuerst bemerkt man nur vereinzelte Zellen in dieser Weise erfüllt und die bald spärlicheren, bald zahlreicheren Fettkörnchen vorzugsweise zwischen der freien Basis und dem Kern gelagert. Bald wird die Zahl der fettführenden Zellen grösser und grösser und die Molekeln dringen über den Kern hinaus in die befestigte spitzere Hälfte der Cylinderzelle vor. Als Regel bleibt die kleine Gestalt des Fettkügelchens erhalten; nicht selten jedoch (und wohl durch den Mangel eiweissartiger, zur Umhüllung der Kügelchen bestimmter Substanz bedingt) findet ein Zusammenfliessen zu grösseren Tröpfchen statt, was ebenso bei dem tiefer in das Zottengewebe vorgedrungenen Fette vorkommt. Der weitere Fortgang des Prozesses beruht nämlich darin, dass aus den Spitzen der Zellen die Fettkörnchen in das eigentliche Schleimhautgewebe vordringen; sei es nun gleichmässig mit unendlicher Menge die ganze Zottenspitze erfüllend, sei es bei spärlicherer Zahl in feinen Streifen, welche für fetterfüllte Kanälchen irrthümlich angesehen werden könnten. Die dritte Stufe des Prozesses zeigt endlich höchst feine Fettmolekeln durch die Wand des Chylusgefässes in dessen Hohlraum eingedrungen und letzteren ganz erfüllend, so dass nun, wie schon oben erwähnt wurde, dieser sonst schwer wahrzunehmende Bestandtheil der Zotte in grosser Deutlichkeit hervortritt. Sehr schön ist namentlich die Schlussphase des ganzen Aktes, wo man die Cylinderzellen und das Schleimhautgewebe wieder von Fett frei geworden erblickt, während das Chylusgefäss noch gefüllt ist (Fig. 307). Ein Abfallen der Epithelialdecke von der Zotte während der Verdauung findet nicht statt. Sehr grosse Fetttropfen oder Körnchenkonglomerate kommen bisweilen an menschlichen Darmzotten als Leichenerscheinung vor (*Weber*, *Funke*). Ebensowenig scheint aber eine Verbindung der Cylinderzellen mit den Röhren von Bindegewebskörperchen und dieser mit dem Chylusgefäss stattzufinden, wie man nach einigen neueren Beobachtungen (§ 110) vermuthen konnte.

Anmerkung: 1) Ueber das Chylusgefäss in der Achse der Darmzotten existirt eine langjährige Kontroverse. Für die im Texte gegebene Darstellung sprechen

sich unter Andern aus *Henle* (Allg. Anat. S. 542), *Wagner* (Physiologie, 3te Aufl. S. 182); *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 158); *Gerlach* a. a. O. S. 314; *Frerichs* (und *Frey*), Artikel: »Verdauung« S. 751. Nach einer andern von *Krause* verfochtenen Annahme ist das centrale Chylusgefäss erst aus der Vereinigung feinerer netzförmiger, die Zellenspitze einnehmender Chyluskanälchen hervorgegangen (*Müller's* Archiv 1837. S 5); *Weber* in *Müller's* Archiv 1847. S. 400. Nach einer mehrfach ausgesprochenen Ansicht bildet das Achsengefäss nur einen wandungslosen Kanal (*Brücke* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 6. 1. S. 99; *Leydig* a. a. O. S. 295. Man vergl. noch *Funke* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 6. S. 307. — 2) *Lacauchie*, *Gruby* und *Delafond* in den *Comptes rendus Tome* 16. *p.* 1125, 1195 und 1999; *Brücke* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 6. S. 214. — 3) a. a. O. — 4) Man vergl. *Goodsir* in *Edinburgh new phil. Journal* 1842; *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« S. 853; *Weber* a. a. O.; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 167; *Donders* in *Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift N. F. Bd. 4. S. 231; *Funke* in *Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 7. S. 315. *Weber* glaubt eine Veränderung der Epithelien der Darmzotte während der Fettresorption in Gestalt und Farbe gefunden zu haben. Er schreibt irrthümlich der Zotte unterhalb der cylindrischen Epithelialzellen noch eine zweite Lage rundlicher Zellen zu, welche merkwürdigerweise sich zum Theil mit einer feinkörnigen Masse, zum Theil mit einer durchsichtigen ölartigen Materie erfüllen sollen, wornach also verschiedene Zellen die Fähigkeit besitzen würden, Flüssigkeiten von differenter Qualität aufzunehmen.

§ 231.

Fig. 308.



Die *Brunner'shen* Drüsen aus dem Duodenum. *a* Darmzotten; *b* die Drüsenkörper; *c* die zwischen den Zotten mündenden Ausführungsgänge.

Was die Drüsen des Dünndarms betrifft, so stellen die traubigen Schleimdrüsen, welche hier zu einem besonderen Namen, demjenigen der *Brunner'schen* (Fig. 308. *b*) gekommen sind, die unwichtigere Form dar. Sie finden sich auf den Zwölffingerdarm beschränkt und beginnen dicht hinter dem Magen, in zahlreichem Vorkommen eine unter der Mucosa gelegene Drüsenschicht bildend. Sie erstrecken sich so bis etwa zur Einmündungsstelle des *ductus choledochus*, um weiter nach abwärts vereinzelter aufzutreten. Die Grösse dieser Drüsen (Fig. 309) wechselt von 0,1, 0,25 bis 0,5 und 1'''. Die *Acini* sind rundlich und 0,025, 0,04 bis 0,0625''' messend. Der In-

halt ist eine alkalisch reagirende, zähflüssige Masse mit rundlichen Zellen von 0,004 — 0,00833''' mit einfachen Kernen von 0,00333 — 0,0025''', freien Nucleis und zahlreichen Elementarkörnchen. Eine physiologische Wirkung des Sekrets für die Verdauung kennt man noch nicht. Die ziemlich weiten Ausführungsgänge (Fig. 309) steigen leicht gebogen mehr schief empor, um an der Basis der Zotten zu münden (Fig. 308. *c*).

Fig. 309.

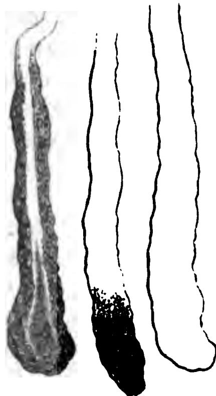


Eine *Brunner*'sche Drüse des Menschen.

Viel wichtigere Drüsen stellen die *Lieberkühn*'schen Schläuche, gewissermassen eine modifizirte Fortsetzung der Labdrüsen des Magens, dar.

Die ganze Dünndarmschleimhaut wird, ähnlich der Mucosa des Magens, von diesen Schläuchen in gedrängter Stellung senkrecht durchsetzt (Fig. 310). Ihr Gefässnetz ist das gleiche wie bei den Labdrüsen.

Fig. 310.



Lieberkühn'sche Drüsen der Katze.

Die Länge dieser Drüsen (welche ich nur einfach und ungetheilt bisher beobachtet habe) ist geringer als die der Magenschläuche, 0,167 — 0,2''' betragend, bei einem Quermesser von 0,025—0,04'''. Die zarte *Membrana propria* ist niemals erheblich ausgebuchtet und das Ansehen des Schlauches somit ein mehr glattes. Am blinden Ende kann man Erweiterungen begegnen oder einer Abnahme der Dicke. Ebenso verschieden fällt die Oeffnung aus, entweder verengt oder schwach trichterartig erweitert.

Der Inhalt unserer Drüsen besteht entweder aus zarten cylindrischen Zellen, denen der Magenschleimdrüsen ähnlich (nur vergänglicher), so dass ein Hohlraum in der Achse bleibt oder aus einer feinkörnigen Masse mit Kernen von 0,00333 — 0,004''' sowie rundlichen Zellen von 0,008'''; ist also keineswegs immer derselbe.

An geeigneten Präparaten (Fig. 311) sieht man die Mündungen der Drü-

Fig. 311.



Ausmündung der *Lieberkühn*'schen Drüsen der Maus. Bei *a* eine leere Oeffnung; sonst sind dieselben durch das strahlenförmig gestellte Cylinderepithelium sehr verengt.

sen bald dichter, bald etwas entfernter stehend und durch das in den Eingang des Schlauches eindringende Cylinderepithelium sehr verengt. Da wo die Darmzotten gedrängt erscheinen, umben unsere Oeffnungen ringförmig die Basen derselben.

Anmerkung. 1) *Middeldorpf*, *l. c.* und *Frerichs*' Artikel: »Verdauung« S. 752.

§ 232.

Fig. 312.



Ein *Peyer*'scher Drüsenhaufen des Kaninchens.

Wir haben endlich noch der sogenannten geschlossenen rundlichen Drüsenkapseln[1]) zu gedenken, die in neuerer Zeit aus der Reihe der eigentlichen Drüsen entfernt und als mikroskopisch kleine Lymphknoten erkannt worden sind. Man bemerkt dieselben einmal vereinzelt über den ganzen Dünndarm zerstreut als *Glandulae solitariae*. Sie erscheinen als rundliche, weisslich getrübte Körperchen von einer sehr ungleichen Grösse, die von 0,1 und 0,2 bis zu 0,5 und 1''' schwankt. Manchmal begegnet man ihnen nur äusserst spärlich oder vermisst sie ganz, während sie in andern Fällen häufig, bisweilen in Unzahl vorkommen.

Fig. 313.

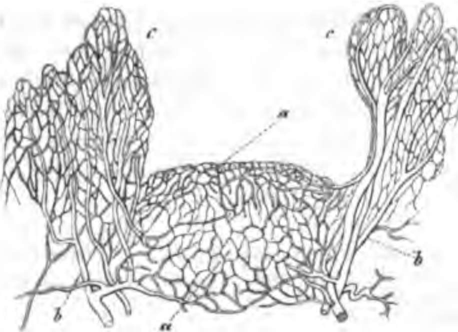


Senkrechter Schnitt durch die *Peyer*'schen Drüsen des Kaninchens; *a* Darmzotten; *b* die Drüsenkapseln nach oben abgerundet; *c* mit scheinbarer Mündung nach aussen.

Häufen sich diese Körperchen, so entstehen die *Peyer*'schen Drüsenhaufen (*Gl. agminatae*, Fig. 312.) Solche Gruppen kommen in sehr ungleicher Entwicklung vor. Einzelnen wird man begegnen, wo nur 3, 5, 7 Kapseln beisammen liegen; häufiger solchen, welche von 20, 30 und mehr gebildet sind. Grosse *Peyer*'sche Haufen zeigen 50, 60 und weit mehr der Kapseln.

Man findet die *Peyer*'schen Haufen in den Dünndärmen, und zwar an dem freien, der Mesenterialanheftung abgewandten Rande. Sie

Fig. 314.

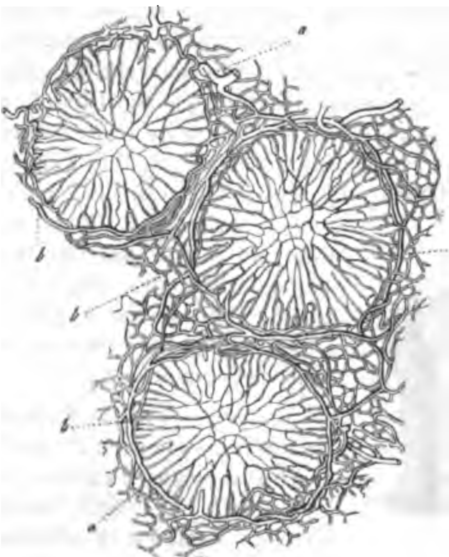


Senkrechter Durchschnitt durch eine injicirte *Peyer*'sche Kapsel des Kaninchens mit dem Kapillarnetz derselben, den grösseren seitlichen Gefässen *b* und denjenigen der Darmzotten *c*.

pflegen meistens erst im unteren Theile des Jejunum zu erscheinen, um durch das Ileum herab häufiger zu werden.

Die Zahl der Haufen wechselt von 15 bis 25 zu 40, 50 und mehr. Die Grösse einer derartigen Gruppe ist natürlich eine ganz unbestimmte, von 3''' bis zu mehreren Zollen. Die Form ist eine längliche, in der Achse mit derjenigen des Darmrohrs zusammenfallende. Indem die Zotten über der einzelnen Kapsel fehlen und nur auf den Zwischenräumen benachbarter derartiger Gebilde vorkommen. erscheint das Ganze, von der freien Fläche der Schleimhaut betrachtet, als deprimirte Stelle mit vielen Einzelgrübchen.

Fig. 315.



Querschnitt durch die Aequatorialebene dreier *Peyer*'scher Kapseln desselben Thieres. *a* Das Kapillarnetz; *b* die grösseren ringförmigen Gefässe.

Hinsichtlich der feineren Struktur zeigt uns die Kapsel eine ziemlich derbe, aus streifigem Bindegewebe bestehende Hülle, von welcher feine, zarte Faserzüge in das Innere sich erstrecken. Die Inhaltsmasse besteht aus einer Unzahl von ziemlich kleinen rundlichen, 0,005 — 0,00667''' messenden Zellen mit einfachen oder mehrfachen Kernen, welche ganz an die Elemente der Lymphe (§ 102) und die zellige Inhaltsmasse grosser Lymphdrüsen (s. u.) erinnern.

Wie ich vor Jahren darthat[2]), ist das ganze Gebilde von einem ungemein entwickelten Netze zarter, 0,0025—0,00333''' messender Haargefässe durchsetzt, als deren Träger wir wohl die zarte bindegewebige Fortsetzung der Kapselwand anzusehen haben. Dieselbe hängt (Fig. 315. *a*), wie senkrechte Durch-

schnitte lehren, mit den grösseren Gefässen der Darmzotten (*b*) zusammen. Auf Querschnitten (Fig. 315) bietet die Gefässanordnung, im Innern der Kapsel eine etwas radienförmige (*a*) und nach aussen von einem Ringe umgeben (*b*), eins der zierlichsten mikroskopischen Bilder dar.

Es dürfte kaum einem Zweifel mehr unterliegen (wenn auch allerdings der volle thatsächliche Beweis zur Stunde noch nicht beigebracht ist), dass in die Kapsel Lymphgefässe ein- und austreten und unsern Organen sonach die Bedeutung zukommt, welche wir ihnen zu Anfang dieses § ohne Weiteres zugeschrieben haben. Dass die Chylusgefässe der Darmzotten sich in sie einsenken, dafür spricht namentlich das Vorkommen von Fett in ihrem Innern während des Verdauungsaktes (*Brücke*[3]), *Koelliker*[4])). Ebenso dürften die abführenden Lymphgefässe dargethan sein (*Brücke*[5])).

Auch die vereinzelten Kapseln oder sogenannten Solitärdrüsen besitzen das gleiche Kapillarnetz im Innern.

Die *T. nervea* des Dünndarms ist sehr reich an Nervengeflechten mit mikroskopischen Ganglien (*Meissner*[6])).

Anmerkung: 1) Man vergl. *Böhm, De glandularum intestinalium structura penitiori. Berolini* 1835. *Diss.*; ferner *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« S. 743; *Ziegler*, Ueber die solitären und *Peyer*'schen Follikel. Würzburg 1850. Diss. und *Heidenhain, Symbolae ad anatomiam Glandularum Peyeri. Vratislaviae* 1859. — 2) Man s. die Dissertation von *Ernst*, Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851. S. 20. — 3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1855. S. 267. — 4) *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 177. — 5) Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 2. S. 21. Die früheren Ansichten von einer zeitweisen Oeffnung der Kapseln nach Art der *Graaf*'schen Follikel des Eierstockes waren irrthümliche, hervorgerufen durch die leichte Zerstörbarkeit unserer Gebilde bei Fäulniss, sowie durch die zahlreichen pathologischen Entartungen, welchen sie beim Menschen unterworfen sind. — 6) *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, N. F. Bd. 8. S. 364.

§ 233.

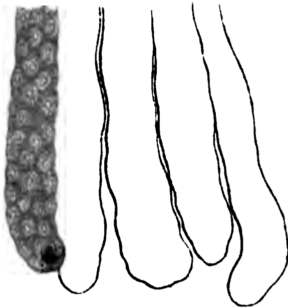
Die Schleimhaut des Dickdarms stimmt in den wesentlichen Verhältnissen mit derjenigen der dünnen Gedärme überein, zeigt uns aber als einen wichtigen Unterschied den Mangel der Zotten, ebenso stärkerer papillenförmiger Vorsprünge überhaupt.

Ihre Muskellage erinnert an die der Mucosa des Dünndarms. Eingebettet in ihr kommt ein System schlauchförmiger Drüsen, der Dickdarmschläuche[1]), und in wechselnder Menge die solitäre geschlossene Drüsenkapsel vor, wie wir sie schon aus den dünnen Gedärmen her kennen.

Die Dickdarmschläuche (Fig. 316) gehen aus den *Lieberkühn*'schen Drüsen hervor und stellen nur eine Modifikation derselben dar.

Sie erscheinen in Gestalt eines einfachen, niemals getheilten Schlauches mit ziemlich glatter Wand von einer Länge, welche zwischen 0,2—0,25‴ und mehr wechselt, und einer zwischen 0,04—0,06667‴ gelegenen Breite. Sie stehen im Uebrigen ebenso gedrängt als die Schläuche des Magens und Dünndarms.

Fig. 316.



Dickdarmdrüsen des Kaninchens. Ein Schlauch mit Zellen, die übrigen zellenfrei gezeichnet.

Fig. 317.



Dickdarmschläuche des Meerschweinchens. Bei *a* eine Drüse mit stellenweise hervortretender *Membrana propria;* bei *b* entweicht der Inhalt durch einen Riss jener.

Ihr Inhalt (Fig. 316 u. 317. *b*) ist eine zähe, zuweilen ziemlich fettreiche Masse, in welcher man theils freien Kernen, theils vollständigen Zellen begegnet, die entweder rundlich, klein, nur von einer Grösse zwischen 0,005—0,00667‴ erscheinen oder länglich und grösser von 0,00833—0,01‴, so dass sich dieselben Verschiedenheiten der Zellenformation wiederholen, wie sie die *Lieberkühn*'schen Schläuche des Dünndarms darboten. Die Mündung geschieht in bekannter Weise mit radienförmig die Oeffnung begrenzendem Cylinderepithelium (Fig. 319).

Fig. 318.



Dickdarmschläuche des Kaninchens mit kaustischem Natron behandelt.

Das Gefässsystem ist dasjenige der Magenschleimhaut (Fig. 300). Die Nerven, weniger zahlreich, sind denen des Dünndarms gleich[2].

Am After grenzt sich das Cylinderepithelium scharf gegen die Epidermoidalzellen ab.

Fig. 319.



Ausmündung der Dickdarmdrüsen desselben Thieres mit dem radienförmig stehenden Cylinderepithelium.

Anmerkung: 1) *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« S. 754 und *Koelliker*'s grösseres Werk S. 194. — 2) *Meissner* a. a. O.

§ 234.

Die physiologische Bedeutung der *Lieberkühn*'schen und der Dickdarmschläuche bietet zur Zeit noch manchfache Dunkelheiten dar.

Man schreibt ihnen die Absonderung des sogenannten Darmsaftes, *Succus entericus*, zu, einer Flüssigkeit, an deren Bildung im oberen Theile des Dünndarms sich natürlich auch die *Brunner*'schen

Drüsen in etwas betheiligen müssen und welche weder frei von Speisetheilen, noch den Zumischungen des pankreatischen Saftes und der Galle erhalten werden kann. Ebenso dürfte das Sekret der *Lieberkühn*'schen Schläuche kaum dasselbe sein, wie das der Dickdarmdrüsen.

Der Darmsaft[1]), wie er bisher gewonnen werden konnte, erscheint als eine ziemlich klare, einzelne Drüsenzellen und abgestossene Cylinderepithelien enthaltende Flüssigkeit von stark alkalischer Reaktion, in welcher nach *Bidder* und *Schmidt*[2]) kein Eiweiss vorhanden ist, dagegen ein durch Alkohol und essigsaures Blei fällbarer Körper. Die Menge der festen Bestandtheile erhielten jene beiden Forscher zu 3—4 %, während *Frerichs* nur etwa 2—2,5 % gewann.

Die Sekretion scheint während der Verdauung am energischsten vor sich zu gehen. Ueber ihre Menge wissen wir nichts.

Die Wirkungen des Darmsaftes für den Verdauungsprozess bestehen einmal in einer Auflösung der Eiweisskörper (*Zander*, *Bidder* und *Schmidt*), so dass ein zweiter in alkalischer Flüssigkeit wirksamer Fermentstoff hier die Wirkungsweise des Pepsins fortsetzt[3]); dann in einer Umwandlung von Amylum in Traubenzucker und endlich in einer, wenngleich untergeordneten Emulsirung der Fette.

Anmerkung: 1) *Frerichs*, Artikel: »Verdauung« S. 850; *Zander, de succo enterico. Dorpati* 1850. *Diss.*; *Bidder* u. *Schmidt*, Verdauungssäfte S. 260; *Koelliker* und *Müller* in den Würzb. Verh. Bd. 5. S. 221 und Bd. 6. S. 509; *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 95 und Zoochemie S. 89; *Funke*'s Physiologie, 2te Aufl. Bd. 1. S. 233 und 287. — 2) Sie benutzten Hunde mit Darmfisteln. Andere Resultate erhielt *Frerichs* mit unterbundenen Darmstücken lebender Thiere. — 3) Wenigstens das Dünndarmsekret.

Fig. 320.



Das Gefässnetz der Bauchspeicheldrüse vom Kaninchen (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

§ 235.

Die Bauchspeicheldrüse oder das *Pankreas*[1]) bietet in ihrer Textur die Verhältnisse der Speicheldrüsen dar. Die Bläschen sind rundlich, 0,025—0,04''' gross und ausgekleidet von plattenförmigen Drüsenzellen mit Fettmolekeln und einem durch Essigsäure fällbaren, aber im Ueberschusse letzterer sich wieder lösenden Proteinkörper als Zelleninhalt. Das umspinnende Gefässnetz (Fig. 320) ist das rundliche aller traubigen Drüsen. Die

Lymphgefässe sind zahlreich. Das ausführende Kanalwerk ist ein ziemlich dünnwandiges ohne muskulöse Elemente, aber im unteren Theile mit der Mukosa eingebetteten kleinen traubigen Schleimdrüschen versehen. Der Epithelialüberzug ist ein cylindrischer.

Die Nerven des Organs, aus dem Sympathicus herrührend, dürften sich ähnlich wie bei den Speicheldrüsen an die Blutgefässe verbreiten und ihre Thätigkeit bei der Absonderung eine analoge wie für jene Gebilde sein (vergl. § 222).

Ueber die Mischung des Drüsengewebes ist nichts bekannt, dagegen hat man in der die Drüse durchtränkenden Flüssigkeit eine Reihe interessanter Zersetzungsprodukte angetroffen, nämlich reichlich das Leucin und in verhältnissmässig nicht unbedeutender Menge das Tyrosin (*Virchow*, *Staedeler* und *Frerichs*[2]), ferner Guanin und Xanthin (*Scherer*[3]), Sarkin oder Hypoxanthin (*Gorup*[4]) und Milchsäure. Unter diesen Stoffen wurde das Vorkommen des Leucins (und Tyrosins?) im Sekrete beobachtet, mit welchem es in den Darmkanal gelangt[5]).

Die Drüsenflüssigkeit, der Bauchspeichel, pankreatische Saft, *Succus pancreaticus*[6]), ist stark alkalisch, klar, farblos, von schleimiger Beschaffenheit und ziemlich arm an Formelementen, abgestossenen Zellen der Drüsenbläschen und der ausführenden Gänge. Seine Dichtigkeit fällt wechselnd aus, indem bei sparsamer Absonderung die Menge der festen Bestandtheile grösser getroffen wird als bei reichlicher (*Ludwig* und *Weinmann*[7]). Man kann 1,5—3 %, höchstens bis 5 % im Mittel annehmen, obgleich ein Herabsinken bis zu 1 % und ein Steigen der festen Körper bis 11, ja 15,56 % angeführt wird.

Der wesentliche Bestandtheil ist ein eigenthümlicher, den Proteinstoffen zuzurechnender Fermentkörper, gebunden an Kalk und auch an Natron und Magnesia. Derselbe gerinnt dem gewöhnlichen Eiweiss gleich durch Erhitzen, Mineralsäuren und Metallsalze, unterscheidet sich aber von dem Albumin dadurch, dass das durch Alkohol erzeugte Koagulum in Wasser sich wieder auflöst. Dem Kasein gleich wird er durch Essigsäure gefällt.

Die Aschenbestandtheile, deren Menge von 0,2—0,75 und 0,9 % erhalten wurde, sind Kalkerde, Magnesia und Natron (mit dem Fermentkörper vereinigt), Chlornatrium und Chlorkalium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia, schwefelsaure Alkalien und Spuren von Eisen mit Phosphorsäure verbunden (*Bernard*, *Frerichs*, *Bidder* und *Schmidt*). Rhodankalium hat man im Bauchspeichel vermisst.

Die Absonderung scheint beständig vor sich zu gehen, ist aber im nüchternen Zustande eine ganz unbeträchtliche, um bei der Verdauung eine sehr bedeutende Steigerung zu erfahren, wobei die früher blasse Drüse blutreich und turgescirend getroffen wird. Die Menge des Sekrets kennt man noch nicht genauer. Sie mag auf ein Kilogramm Körpermasse täglich 35—40 Grms. betragen[8]).

Die Wirkung des Bauchspeichels für den Verdauungsprozess ist eine dreifache. Einmal verwandelt er, dem Mundspeichel gleich, aber noch energischer, das Stärkemehl in Traubenzucker (*Bernard*, *Frerichs*). Dann besitzt er lösende oder verdauende Eigenschaften auf Eiweisskörper, ein Vermögen, was schon von *Bernard* behauptet wurde, in neuerer Zeit von *Corvisart*[9]) und *Meissner*[10]), aber andererseits vielfach bestritten ist[11]). Endlich emulsirt er in hohem Grade die Fette (*Bernard*, *Frerichs*). Ein näheres Eingehen auf diese Materien ist Sache der Physiologie.

Anmerkung. 1) Man vergl die Werke von *Gerlach* und *Koelliker*. — 2) *Virchow* in s. Archiv Bd. 8. S. 358. Man vergl. § 39 u. 40. — 3) *Virchow*'s Archiv Bd. 15. S. 388 und Annalen Bd. 107. S. 314. — 4) Annalen Bd. 98. S. 10. — 5) *Frerichs* und *Städeler*, Züricher Mittheilungen Bd. 4. S. 87; *Koelliker* und *Müller* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 6. S. 507. — 6) *Bernard* in den *Archives générales de médecine* 1849. *p.* 68; *Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique, Paris* 1856; ferner *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine. Paris* 1856. *Vol.* 2. *p.* 170 und *Leçons sur les propriétés physiologiques des liquides de l'organisme. Paris* 1859. *Vol.* 2. *p.* 337; *Frerichs*' Verdauungsarbeit S. 842; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte S. 240; *Kröger, de succo pancreatico. Dorpati* 1854. *Diss.*; *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 88 und Zoochemie S. 76. — 7) Untersuchungen über die Sekretion der Bauchspeicheldrüse. Zürich 1852. Diss. — 8) *Weinmann* a. a. O.; *Koelliker* und *Müller* a. a. O. — 9) *Corvisart, Sur une fonction peu connue du suc pancréatique. Paris* 1857—58. — 10) *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 7. S. 17. — 11) So von *Keferstein* und *Hallwachs* in den Göttinger gelehrten Anzeigen 1858. No. 14.

§. 236.

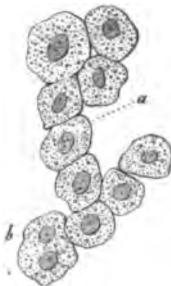
Die Leber, *Hepar*, der Wirbelthiere und des Menschen[1]), die grösste der mit dem Verdauungskanale verbundenen Drüsen, zeigt unterhalb ihrer bindegewebigen Umhüllung schon für das unbewaffnete Auge durch ihr zusammenhängendes Gefüge eine eigenthümliche Beschaffenheit, welche bei der feineren Analyse durch den Mangel des einen der sonst integrirenden Drüsenelemente, der strukturlosen Membran, bestätigt wird. In dieser Hinsicht steht sie, wenigstens für den reifen Körper, ganz eigenthümlich da.

Beobachtet man die Masse der Leber an der Oberfläche oder auf einem Durchschnitt, so sieht man bei manchen Säugethieren sehr deutlich (ganz besonders schön beim Schwein und auch beim Eisbären) eine Abgrenzung in einzelne Felder, die sogenannten Leberläppchen oder Leberinseln, welche durch schmale Substanzbrücken von einander abgegrenzt sind und bald im centralen Theile dunkler rothbraun, sowie in der peripherischen Partie heller gelbbraun sich zeigen, bald umgekehrt aussen dunkel, innen lichter erscheinen, Differenzen, welche durch eine ungleiche Blutfülle bedingt sind. Beim Menschen ist diese Abgrenzung an der kindlichen Leber leidlich zu erkennen, sehr verwischt dagegen im Körper des Erwachsenen. Die Grösse der Läppchen kann hier im Mittel

zu 1''', an grösseren um ein Drittheil mehr, an kleinen bis zu 0,5''' herab angenommen werden.

Ein solches Leberläppchen besteht nun wesentlich aus zahllosen Drüsenzellen und einem sie durchziehenden ungemein entwickelten Gefässnetz, welches im Mittelpunkte zu einem Anfangsästchen der Lebervene sich vereint, während äusserlich Pfortaderzweige und feine Gallengänge die Abgrenzung anzeigen.

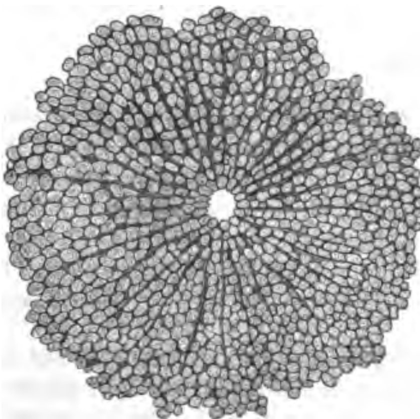
Fig. 321.



Leberzellen des Menschen; *a* einkernige, *b* eine mit doppeltem Nucleus.

Die Leberzellen erscheinen isolirt (Fig 321), gleich den Zellen so mancher anderer Drüsen in Gestalt abgeflachter, an Plattenepithelien erinnernder Gebilde, deren Form aber eine ziemlich unregelmässige ist. Ihre Grösse kann im Mittel auf 0,01 —0,008''' angenommen werden mit Extremen bis zu 0,0125 und herunter gegen 0,00589'''. Die Hülle ist eine zarte, aber wohl stets vorhandene. Der Kern, länglich rund mit Kernkörperchen, besitzt einen Durchmesser von 0,0025—0,00333'''. Gewöhnlich findet er sich nur einfach in der Zelle (*a*), nicht selten jedoch auch doppelt (*b*). Die Inhaltsmasse der Leberzellen ist eine zähflüssige mit mehr oder weniger zahlreich eingebetteten feinen Elementarkörnchen. Daneben kommen häufig noch zweierlei andere Inhaltsmassen vor, die in geringeren Graden normale Erscheinungen bilden, während sie in höheren Stufen meistens dem Pathologischen anheimfallen, nämlich Moleküle eines braunen oder gelbbräunlichen Pigments (Gallenfarbestoffe) und kleinere oder grössere Fetttröpfchen (Fig. 324. 2. *a*). Letztere nehmen dann bei der sogenannten Fettleber, welche häufig ein pathologisches Vorkommniss ist, aber auch, namentlich mit kleinen Fettmolekeln, bei Embryonen, saugenden Thieren und Kindern ein normales Phänomen bildet und durch Fettfütterung künstlich hervorgerufen werden kann[2]), mehr und mehr zu, so dass bei hohen Graden höchst ansehnliche Fettmassen die ganze Zelle erfüllen und ihren Kern vollkommen verdecken können. Häufig sind hierbei die Zellen vergrössert.

Fig. 322.



Leberläppchen eines 10jährigen Knaben (Kopie nach *Ecker*) mit dem Querschnitt des centralen Lebervenenstämmchens.

Eigenthümlich ist nun die Anordnung der Zellen im Leberläppchen.

Jene liegen reihen- und netzförmig mit einander verbunden, ohne jedoch in Wirklichkeit verschmolzen zu sein. Man kann schon an durch Abschaben gewonnenen Leberzellen diese reihenweise Gruppirung vielfach erkennen (Fig. 321), schöner an zarten Schnitten des Läppchens (Fig. 322), wo namentlich in den inneren Partieen eine radienförmige Stellung der Zellenreihen deutlich hervortritt, während sie nach aussen durch zahlreichere netzartige Verbindungen mehr verwischt ist.

Diese sogenannten Läppchen, welche jedoch nicht wie die gleich benannten Abtheilungen traubiger Drüsen an einem ausführenden Gange, sondern vielmehr an einem Aestchen der Lebervene sitzen, werden da, wo ihre Abgrenzung scharf ist, wie beim Schweine, durch deutliche bindegewebige Scheidewände von einander getrennt, welche als förmliche Kapseln um die Läppchen isolirt werden können. Dieses bindegewebige Fachwerk stammt einmal von der sogenannten *Glisson*'schen Kapsel, d. h. jener Zellgewebescheide, welche die zur *Portă hepatis* eintretenden Blutgefässe und Gallengänge umgibt, dann aber auch von der bindegewebigen Umhüllung des ganzen Organs. In der menschlichen Leber ist für den Normalzustand dieses trennende Bindegewebe zwischen den Läppchen sehr spärlich, während es bei einer eigenthümlichen Krankheit des Organs, der sogenannten Lebercirrhose, reichlich wird.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Henle*'s allg. Anat. S. 900; *Gerlach*'s Handbuch der Gewebelehre S. 328 und *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 207; ferner *Kiernan* in den *Phil. Transactions* 1833. *p.* 711; *Theile*'s Artikel: »Leber« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 308; *Guillot* in den *Annal. d. sc. nat. Série* 3. *Vol.* 9. *p.* 113; *Ecker's Icon. phys.* Taf. 7; *Léreboullet, sur la structure intime du foie. Paris* 1853; *Beale* in den *Phil. Transactions* 1856. *p.* 375. — 2) *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 179 und *Frerichs*, Klinik der Leberkrankheiten S. 286. Man s. auch *Funke*'s Physiologie Bd. 1. S. 225 und *Virchow*'s Cellularpathologie S. 297.

§ 237.

Um den weiteren Bau des Organs zu begreifen, müssen wir zunächst der Anordnung seiner Blutgefässe[1]) gedenken.

Diese Gefässanordnung besitzt bekanntlich die Eigenthümlichkeit, dass durch zweierlei Einflussröhren das Blut eintritt, durch die Leberarterie und die Pfortader, von welchen letztere eine bei weitem grössere Menge Blut führt, während die Arterie viel weniger zur Absonderung der Galle als zur Ernährung des Organs dient. Ihre Aeste laufen mit den Zweigen der Pfortader und der Gallengänge und vertheilen sich einmal als *Vasa nutrientra* an die Wandungen beider (*Rami vasculares*), theils dringen sie zum serösen Ueberzug der Leber vor (*Rami capsulares*), um hier ein weitmaschiges Kapillarnetz zu bilden. Ihre venösen Abflussröhren senken sich in die Verzweigungen der Pfortader ein, so dass letztere von der Arterie aus injizirt werden können und umgekehrt beim Einsetzen der Kanüle in die Pfortader die Injektionsmasse zur *Arteria hepa-*

tica vordringt. Endlich senken sich einzelne Zweigelchen, *Rami lobulares*, in den peripherischen Theil des Kapillarnetzes der Leberläppchen ein. Mit letzteren betheiligt sich unser Gefäss wenigstens in Etwas bei der Gallenbereitung[2]).

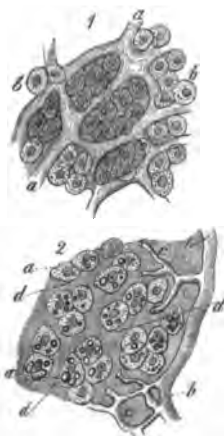
Fig. 323.



Die Kaninchenleber injicirt mit dem Pfortaderstämmchen, den *Venae interlobulares*, dem Haargefässnetze und der *Vena intralobularis* im Centrum der Läppchen.

Die Pfortader, deren Verlauf wir aus der Anatomie als bekannt voraussetzen, bildet mit ihren Endzweigen die sogenannten *Venae interlobulares* von *Kiernan* (*V. periphericae, Gerlach*), Stämmchen von 0,015—0,02''', welche bald mehr in Form kürzerer (Mensch) oder längerer (Kaninchen) und dann bogenförmiger Gefässe, bald aber auch, wie namentlich beim Schwein, in Gestalt vollständiger Ringe die Peripherie des Läppchens umgeben und nach allen Seiten hin rasch in feinere Aeste oder gleich unmittelbar in Kapillargefässe sich auflösen. Fig. 323 kann von diesem Verhalten eine Vorstellung gewähren, wo der die Mitte durchziehende Pfortaderzweig die *Rami interlobulares* nach beiden Seiten abgibt, welche, die Läppchen begrenzend, schliesslich als Haargefässnetz endigen.

Fig. 324.



Die Leberzellen in ihrem Verhältnisse zu den Blutgefässen u. Gallengängen, halbschematisch. 1 Die Zellen *b*, umsponnen von dem Kapillarnetz *a*. 2 Die fetthaltigen Leberzellen *a* vom Rande eines Läppchens; *b* der interlobuläre Gallengang mit seinen Aesten *c*, die frei gegen die Intercellularräume *d* endigen (aus denen die Kapillaren weggelassen sind).

Dieses, eins der ausgebildetsten, welches der Körper besitzt, besteht aus 0,004, 0,005 und 0,00556''' weiten Röhrchen, deren zarte Wand nur schwierig demonstrirt werden kann. Sie bilden ein enges, 0,01—0,02''' betragendes Netzwerk, mit Maschen von rundlicher, vier- oder mehr dreieckiger Gestalt und streben zuletzt in einem, wenn auch undeutlichen radienförmigen Verlaufe gegen den Centraltheil des Läppchens hin. Von ihnen werden die Leberzellen in kleinen Gruppen umgeben (Fig. 324. 1).

In den inneren Theilen des Läppchens bilden die Kapillaren durch raschen Zusammentritt das einfach oder, was häufiger

der Fall, die doppelten und dreifachen oder noch zahlreicheren Anfangsäste des hier gelegenen Lebervenenstämmchens, welches sonach in der Mitte des Läppchens entsteht, eine Weite von 0,25—0,03''' (*Gerlach*) besitzt und von *Kiernan* auf seine Lage hin den Namen der *Vena intralobularis* (*Vena centralis Gerlach*) erhalten hat. Beim Austritt aus dem Läppchen vereinigt sich dies Venenstämmchen bald mit andern zu weiteren Stämmen. Auch diese Stämme sind durch ihre dünnen Wände innig mit dem Parenchym der Leber verwachsen, so dass sie auch nach der Entleerung klaffend bleiben. Indem die Lebervenen klappenlos sind, gelingt die Erfüllung des ganzen Strombezirks mit Injektionsmasse von ihnen aus ebenso leicht, als von der Pfortader her.

Anmerkung: 1) Man s. die Arbeiten von *Kiernan, Gerlach, Theile*. — 2) Ueber diesen Gegenstand herrschen noch Kontroversen. Die im Texte vorgetragene Ansicht, welche ich nach Injektionsversuchen für richtig halte, ist von *Müller* und *Weber* vertheidigt worden, während andere Anatomen, wie *Kiernan*, die *Rami lobulares* der Leberarterie erst in Venenstämmchen übergehen lassen, die in die *Venae periphericae* der Pfortader einmünden sollen. Man vergl. hierzu *Müller* in s. Archiv 1848. S. 338; *Weber* ebendaselbst S. 303; *Theile l. c.* S. 344; *Koelliker* a. a. O. S. 240 und 242; *Gerlach*'s Handbuch S. 343.

§ 238.

Den schwierigsten Theil in der Strukturlehre unseres Organs bildet aber das Verhältniss der Leberzellen zu den Anfängen des ausführenden Kanalwerks oder die Frage nach dem Ursprunge der Gallengänge[1]).

In Folge fortgesetzter Ramifikationen gelangen die mit den Pfortaderzweigen verlaufenden Gallengänge gegen die Leberläppchen und bilden Aeste von 0,01200—0,01''', welche äusserlich an letzteren hinzulaufen pflegen als *Ductus interlobulares* von *Kiernan* (Fig. 324. 2. *b* und Fig. 325. 2. *a*), wobei sie sich mit den von einer anderen Seite her an das gleiche Läppchen getretenen Gängen verbinden können, was man beim Kaninchen öfter sieht; oder sie bleiben mehr getrennt, wie beim Schweine, wo sie über die bindegewebige Kapseloberfläche sich verbreiten (Fig. 325. 2. *c*). Nach *Beale*[2]) umstricken sie auch beim Menschen in ersterer Weise geflechtartig das Läppchen. Sie bestehen aus homogener Membran und bisweilen einer inneren Epitheliallage kleiner Zellen, welche nicht mit den grösseren Drüsenzellen unseres Organs verwechselt werden können.

Nach innen senden diese sogenannten *Ductus interlobulares* mehr rechtwinklig feinere Aeste ab von 0,005—0,00333''' Quermesser (Fig. 325. 2. *c*), welche nach kurzem Verlaufe sich weiter theilen und wenigstens beim Kaninchen netzförmige Verbindungen eingehen können, so dass ein zierliches Netzwerk dieser Kanäle entsteht (Fig. 324. 2. *c*), welches sich durch die Gestalt seiner grösseren Maschen leicht von dem Blutgefässnetz unterscheiden lässt und eine kürzere Strecke weit in das Leberläppchen hinein verfolgt werden kann[3]). Hier aber erlischt in der Leber

Fig. 325.





Die feinsten Gallenkanäle aus der Leber des Schweins nach *Beale*. 1. *a* Ein Zweig eines interlobulären Gallengangs mit den feinsten Gallengängen, welche in das die Leberzellen beherbergende Netzwerk *b* sich einsenken. 2 Ein ganzes Leberläppchen; *a* ein Gallengang mit sogenannten Drüsen *b*; *c* Zweige der Gallengänge mit ihrer weiteren Verästelung über die bindegewebige Kapsel hin und dem Uebergang ins Leberzellennetz *d*.

des reifen Säugethiers und Menschen gewöhnlich die Wand der feinsten Gallenkanäle (Fig. 324. 2. *c*), so dass dieselben als frei endigend gegen die Leberzellen (*a*) und die zwischen diesen befindlichen bald engeren, bald weiteren Intercellularräume (*d*) angenommen werden müssen.

Zu diesen Texturverhältnissen hat nun in neuerer Zeit *Beale* interessante weitere wichtige Beiträge geliefert. Er zeigte, dass beim Fötus das ganze Balkennetz der Leberzellen eines Läppchens von einer sehr zarten *Membrana propria* umhüllt ist, so dass förmliche netzförmige Drüsenkanäle vorliegen, welche durch ihre Hülle von den durchflechtenden Haargefässen getrennt sind. Theile dieser netzartigen Kanäle erhalten sich nun auch noch in der Leber des Erwachsenen (Fig. 325. 1), so dass die Enden der feinsten Gallenkanäle in ein System viel weiterer, mit ausgebuchteter Wand versehener und netzförmig zusammenhängender Röhren (*b*) übergehen können, in deren Innerem die Leberzellen gelegen sind. Indem jedoch der englische Forscher ausdrücklich bemerkt, dass bei dem grösseren Theile dieser netzförmigen weiteren Kanäle in späterer Lebenszeit die zarte *Membrana propria* mit der Wand der umgebenden Haargefässe völlig verschmolzen ist, so dass das Blut nur durch die Gefässwand von den Leberzellen getrennt ist, behält die vorangeschickte Schilderung ihre allgemeine Gültigkeit.

Anmerkung: 1) Die Ansichten, welche über diesen Theil der Leberstruktur aufgestellt wurden, sind sehr zahlreich und der verschiedensten Art. Wir heben daraus Folgendes hervor: Nach einer in der neuesten Zeit nicht mehr vertretenen und besonders von *Krause* (*Müller's* Archiv 1845. S. 524) vertheidigten An-

schauung sollte unser Organ eine ächte traubige Drüse bilden mit Endbläschen von 0,01539 — 0,025'''. Man vergl. auch noch *Müller* in der 4ten Auflage der Physiologie Bd. 1. S. 357. — Viel mehr vertreten ist eine von *Kiernan* (a. a. O. Tab. 23. Fig. 3) ausgegangene Ansicht, nach welcher unser Organ einen netzförmigen Verlauf der feinsten Gallengänge in den Läppchen zeigen soll. Man stellte sich die Sache in doppelter Weise vor. So behauptete *Weber* (*Müller*'s Archiv 1843. S. 303), dass die Leberzellen reihenweise angeordnet und mit einander zu Röhren verschmolzen seien (also nicht getrennte Zellen bildeten). Von ihnen soll ein höchst entwickeltes Gitter- oder Netzwerk feinster Gallenkanäle gebildet werden, welches auf das Innigste mit dem Blutgefässnetz durchflochten sei, in der Art, dass die Maschen des einen vollkommen von den Röhren des andern Netzwerks erfüllt würden. *Weber* will das Gallennetz injizirt haben (?). Dagegen dürfte eine die Zellenreihen einschliessende höchst feine *Membrana propria* schon *Krukenberg* (*Müller*'s Archiv 1843. S. 318) annehmen, eine Ansicht, welcher auch *Schröder van der Kolk* mit *Bacher* (*Bacher*, *De structura hepatis sani et morbosi Trajecti ad Rhenum* 1845. *Diss.*), *Theile* (a. a. O. S. 360), *Retzius* (*Müller*'s Archiv 1849. S. 151) und *Weja* (*Müller*'s Archiv 1851. S. 79) im Allgemeinen huldigen. — Wiederum abweichend lautet die Meinung *Koelliker*'s (Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 224), wonach die Leberzellennetze solid sind, ihre Balken ohne Hülle und ohne andere Höhlungen als die der einzelnen Leberzellen, und die feinsten Verästelungen der Lebergänge nicht in die Läppchen eingehen, sondern an den äusseren Seiten derselben blind endigen. So ziemlich dasselbe nahm schon früher auch *Handfield Jones* (*Phil. Transact.* 1846 *p.* 473 und 1849 *p.* 109) an. — Befriedigender als die ganze Reihe dieser Behauptungen, welche theils nicht mit dem zu Beobachtenden, theils nicht mit der Physiologie der Gallenabsonderung vereinbar sind, musste eine andere Anschauung lauten, die zuerst von *Henle* (Allg. Anat. S. 906) hypothetisch ausgesprochen wurde und später manchfache Anhänger (*Gerlach*, *Hyrtl*, *Guillot*, *Ecker*) fand. Nach ihr sind die Anfänge der gallenabführenden Wege nicht mit Wandungen versehene Kanäle, sondern wandungslose Rinnen zwischen den Reihen und Gruppen der Leberzellen, sogenannte Intercellularräume, an welche sich erst feine, mit einer Wand begabte Röhrchen ansetzen, durch deren Zusammenstoss die interlobulären Gallengänge entstehen. Man vergl. namentlich *Gerlach*'s Handbuch S. 332, mit dessen Ansichten meine vor Jahren vorgenommenen Injektionsversuche der Gallengänge des Kaninchens im Wesentlichen übereinstimmen. Einen erheblichen Fortschritt hat die Texturlehre der Gallenwege in neuester Zeit durch *Beale* (a. a. O.) gemacht, welchem wir im Texte vielfach gefolgt sind. — 2) a. a. O. — 3) Besonders schön und getreu ist die Abbildung in *Ecker*'s physiol. Tafeln Fig. 8, nur setzen beim Kaninchen die feinsten Gallengänge sich tiefer nach innen fort.

§ 239.

Es sind uns nur noch wenige Verhältnisse der Leberanatomie, die grösseren Gallengänge, die Lymphgefässe und Nerven des Organs übrig geblieben.

Die Gallengänge, welche in ihrem Verlaufe und ihrem Zusammentreten zu stärkeren Kanälen den Pfortaderverästelungen so ziemlich gleich sich verhalten, zeigen von dem im vorhergehenden § beschriebenen *Ductus interlobularis* an zunächst noch eine homogene Membran und einen Epithelialüberzug kleiner niedrigerer Zellen. In weiteren Stämmen

erscheint statt der homogenen Wandung eine bindegewebige und ein deutliches Cylinderepithelium. In den grössten, aus dem Parenchym der Leber herausgetretenen Endgängen bemerkt man eine Schleimhaut, eine Faserlage, welche im *Ductus cysticus* und *choledochus* einzelne längsgerichtete kontraktile Faserzellen führt, während letztere im *Ductus hepaticus* des Menschen fehlen, eine subseröse Lage und den Peritonealüberzug[1]).

In der Gallenblase erscheint eine aus longitudinalen und queren Fasern bestehende Muskelschicht und eine mit ansehnlichen netzförmigen Falten versehene Mukosa. Ueber ihr Cylinderepithelium hat man S. 215 zu vergleichen.

Die ausgebildete Schleimhaut der grossen Gallengänge führt zahlreiche gewöhnliche Schleimdrüschen[2]) von wechselnder Grösse. Namentlich ist dieses mit dem *D. hepaticus* und *choledochus* der Fall, während im oberen Theil des *D. cysticus* und in der Gallenblase sie spärlich und unregelmässig vorkommen.

In den Verästelungen des Leberganges bis zu Kanälen von 0,3''' Quermesser stehen dann einfache flaschenförmige drüsige Anhänge (Fig. 325. 2. *b*), welche von Manchen als vereinfachte Schleimdrüsen, von anderer Seite dagegen als blinde Anhänge jener Kanäle, als kleine Gallenbehälter (*Beale*) betrachtet werden.

In letzterer Auffassung würden sie zu den sogenannten *Vasa aberrantia* von *Weber*[3]) gehören. Man versteht darunter Gänge von 0,01—0,3'''Weite, welche meistens blind endigen, vielfach aber netzförmig verbunden sind. Sie kommen vor im *Ligamentum triangulare sinistrum*, in der bindegewebigen Brücke über der unteren Hohlvene und in der *Fossa transversa hepatis*. Ihr Bau ist derjenige ächter Gallengänge.

Die zahlreichen Lymphgefässe der Leber bilden theils unter dem bindegewebigen Ueberzug Netze, theils laufen sie namentlich mit den Pfortaderverzweigungen in die Tiefe des Organs. Sie stehen vielfach mit einander in Verbindung. Auch die Gallenblase ist reich an Lymphkanälen.

Die Nerven der Leber, vom *Plexus coeliacus* stammend und aus *Remak*'schen sowie dunklen, feinen und einzelnen breiten Fasern bestehend, verbreiten sich an die Gallenwege, an die Leberarterie und ihre Ramifikationen bis zu den interlobularen Aesten, an die Pfortader, Lebervene und den Ueberzug des Organs (*Koelliker*[4])).

Anmerkung: 1) Ueber die Muskulatur der Gallenwege s. man *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 64; sowie die frühere Arbeit von *Meyer*, *De musculis in ductibus efferentibus glandularum*. *Berolini* 1839. *Diss.* Viel entwickelter als in unserm Körper sind diese Muskelschichten beim Ochsen. — 2) Ueber diese sogenannten Gallengangdrüsen vergl. man *Wedl* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 5. S. 480; *Luschka* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 4. S. 189. Ebenso s. man bei *Theile* a. a. O. S. 349 und *Beale* in den *Phil. transact. p.* 386. — 3) *Weber* in *Müller*'s Archiv 1843. S. 308; ferner auch *Kiernan* (a. a. O. *p.* 742); *Beale* (a. a. O. *p.* 386); *Theile* (*l. c.* S. 351). An den Ausbreitun-

gen des *Ductus hepaticus* kommen derartige *Vasa aberrantia* vor, welche *Theile* irrthümlich als Drüsen ansehen will. — 4) S. dessen grösseres Werk S. 241.

§ 240.

Was die Mischungsverhältnisse betrifft, so besitzt die die Leber tränkende Flüssigkeit eine saure Reaktion. Im Gröberen untersucht[1]) zeigt uns das Lebergewebe lösliches Eiweiss, geronnene Proteinkörper, leimgebende Substanz, Fette, extraktive Materien nebst einer Reihe interessanter Zersetzungsprodukte und Mineralbestandtheile. Als letztere werden angeführt: phosphorsaure Alkalien (reichlich und mit Ueberwiegen des Kalisalzes), phosphorsaurer Kalk und Magnesia, Chloralkalien, schwefelsaure Salze (spärlich), Eisen, Spuren von Kieselerde, Mangan und Kupfer (§ 62). Als Beispiel kann eine *Bibra*'sche quantitative Bestimmung der gesunden menschlichen Leber dienen. Er erhielt: Wasser 76,17 %, lösliches Albumin 2,40, geronnene Proteinstoffe 9,44, leimgebende Substanz 3,37, Fette 2,50, Extraktivstoffe 6,07. — Die Aschenmenge beträgt circa 1 %.

Die in neuerer Zeit herausgefundenen Umsetzungsprodukte des Organs sind: Traubenzucker (§ 22), Inosit, wenigstens beim Ochsen (§ 23), Milchsäure[2]), Harnsäure[3]), Sarkin (§ 42) und Xanthin[4]). Zu ihnen kommt als Vorstufe des Traubenzuckers die sogenannte glykogene Substanz *Bernard*'s hinzu[5]). Kreatin und Kreatinin hat man im Organe vermisst; ebenso Leucin und Tyrosin, von welchen das erstere höchstens spurweise in der gesunden Leber vorkommt (§ 39 und 40); als pathologischer Bestandtheil ist aber auch Cystin (§ 44) beobachtet.

Wir haben diese Substanzreihen als Erzeugnisse des Zellenlebens in unserm Organe anzusehen, und zwar theils als Produkte des Gewebeumsatzes, theils und wohl zum grösseren Theile als Abfälle des bei der Gallenerzeugung stattfindenden energischen Stoffumsatzes (dessen Einzelheiten uns leider noch verborgen sind). Sie scheinen von den Zellen aus durch Resorption in die Blutbahn unmittelbar zurückzukehren und stellen so einen Gegensatz zum eigentlichen Sekrete, der Galle, dar, welche ebenfalls von den Zellen gebildet durch die Intercellularräume in die Gallengänge abfliesst.

Die Leberzellen tragen die gewöhnlichen Charaktere derartiger aus löslichen und geronnenen Proteinkörpern erbauter Gebilde. Ihre Hülle unterliegt ziemlich leicht der Einwirkung der Alkalien. Die feinkörnige Inhaltsmasse mag theils aus Körnchen von Albuminaten, theils von Gallensäuren bestehen. Dass im Uebrigen Fette und Gallenpigmente in ihnen vorkommen, ist schon früher erwähnt worden.

Anmerkung: 1) *Bibra*, Chemische Fragmente über die Leber und Galle. Braunschweig 1849 und *Oidtman*, Die anorganischen Bestandtheile der Leber und Milz. Linnich 1858. — 2) Gefunden von *Gorup* (Annalen Bd 98. S. 1) und *Bibra* (a. a. O. S. 86). Nach ersterem Chemiker kommen auch flüchtige Fettsäuren der Gruppe $C_n H_n O_4$ vor. — 3) *Scherer* in *Virchow*'s Archiv Bd. 10. S. 228. Für die Och-

senleber fand sie *Cloetta* (Vierteljahrschrift der naturf. Ges. in Zürich Bd. 1. S. 222). — 4) *Scherer* in den Annalen Bd. 107. S. 314. — 5) *Bernard* gewann seine glykogene Substanz (*Comptes rendus Tome* 44 *p.* 578) in folgender Weise: Zerstückelte, in kochendes Wasser gebrachte Lebersubstanz wurde zerrieben und mit Wasser eine Zeit lang gekocht. Er erhielt ein opalines Filtrat, in welchem durch Alkohol ein Präzipitat entstand. Dieses wurde mit Alkohol gewaschen und durch Kochen in sehr konzentrirter (!) Kalilauge beim nachherigen Alkoholzusatz rein erhalten. Es stellt eine dem Amylon verwandte stickstofflose, neutrale, weisse Masse dar mit einer ähnlichen Jodreaktion. Die gewöhnlichen Zuckerfermente, ebenso Speichel und pankreatischer Saft, sowie ein Gährungserreger der Lebersubstanz, wandeln es in Traubenzucker um. Man s. noch *Hensen* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 219.

§ 241.

Die Galle[1]), ein höchst zersetzliches Sekret, erscheint unmittelbar aus dem Lebergewebe abfliessend als eine klare, ziemlich dünne Flüssigkeit von neutraler Reaktion, einem bald mehr gelblich bräunlichen (Fleischfresser), bald mehr grünlichen (Pflanzenfresser) Kolorit, einem süsslich bitteren Geschmack mit bitterer Nachwirkung. Bei dem Verweilen in der Gallenblase ändert sich schon die Mischung, die Alkalescenz tritt hervor, Schleim mischt sich zu, die Farbe wird dunkler und die Konzentration eine höhere. Das spezifische Gewicht der Menschengalle wird zu 1026—1032 angenommen.

In formeller Hinsicht zeigt sich unsere Flüssigkeit ursprünglich ganz homogen, ohne Körnchen und Fetttröpfchen und ohne zugemischte Leberzellen, wie es denn auch die Enge der feinsten Gallenkanälchen kaum anders gestattet.

In chemischer Hinsicht stellt die Galle eine Lösung ziemlich verschiedenartiger Stoffe dar. Die wichtigsten derselben sind die Natronverbindungen zweier eigenthümlicher gepaarter Säuren, der sogenannten Glykocholsäure und Taurocholsäure (§ 49). Hierzu kommen Neutralfette, fettsaure Alkalien, das Cholestearin (§ 51), die Gallenfarbestoffe (§ 55) und Mineralbestandtheile[2]). Letztere sind besonders Chlornatrium, etwas kohlensaures und phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalk- und Talkerde, sowie Spuren von Eisen, Kupfer und Mangan (§ 62). — Schwefelsaure Salze fehlen in der frischen Galle, bilden sich aber beim Einäschern und bei der Fäulniss aus dem schwefelhaltigen Taurin (§ 45).

Die Mengenverhältnisse dieser Substanzen gestalten sich im Allgemeinen höher als bei den andern Verdauungsflüssigkeiten, unterliegen aber an sich einem Wechsel und werden durch das Verweilen der Galle in der Blase und den hier durch Resorption entstehenden Wasserverlust indirekt gesteigert. So gibt man der menschlichen Galle im Ganzen 9—17 % fester Bestandtheile (*Frerichs*, *Gorup*). Die Ochsengalle enthält 7—11 %; die frisch aus der Leber stammende der Hunde, Katzen und Schafe aber nur etwa 5 % (*Bidder* und *Schmidt*). Die organischen Bestandtheile menschlicher Galle betragen nach *Frerichs* etwa 87, nach *Gorup* 93,6 % des ganzen Rückstandes und darunter erscheinen in bei weitem über-

wiegender Menge die Natronverbindungen der beiden Gallensäuren, während die Menge der Fette und des Cholestearins eine viel untergeordnetere ist. Die Quantität der Mineralbestandtheile beträgt nach *Gorup* 6,14 % des festen Rückstandes[3]).

Die Gallenbestandtheile fehlen dem Blute theilweise, indem weder Taurocholsäure noch Glykocholsäure in ihm angetroffen, ebenso der Gallenfarbestoff fast immer hier vermisst wird (§ 93 Anm. 11). Es werden sich dieselben somit in den Leberzellen erzeugen müssen. Ueber die Art dieser Entstehung besitzt man zur Zeit nur Hypothesen. Erinnern wir uns, dass beide gepaarte Säuren unter Wasseraufnahme zerfallen in die stickstofflose Cholsäure (§ 35) und in Glycin (§ 38) oder Taurin (§ 45), und welche Beziehungen wir im chemischen Theile für diese drei Körper erhalten haben, so werden wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für die Cholsäure als Muttersubstanzen Fette ansehen dürfen, womit auch der im Verdauungsprozess nach der Leber gerichtete Fettstrom (§ 236) ebenso der höhere Fettgehalt des Pfortaderblutes (§ 94) stimmt. In dem Glycin und Taurin dagegen dürften wir Spaltungsprodukte histogenetischer Stoffe zu erblicken haben, womit auch die Erzeugung des Traubenzuckers als eines Spaltungsproduktes der Proteinkörper im Einklang ist (vergl. § 9), sowie der von *Lehmann* entdeckte und bereits beim Blute (§ 94) erwähnte Umstand des Fehlens von Fibrin im Lebervenenblute gegenüber dem Vorkommen des Stoffes in dem Pfortaderblute. — Ueber die Entstehung der Gallenfarbestoffe besitzt man zur Zeit ebenfalls nur Vermuthungen, deren schon früher bei diesen Substanzen gedacht worden ist (§ 55).

Die Sekretion der Galle ist eine beständige, aber ansehnlichen Schwankungen unterliegende. Nach *Bidder* und *Schmidt*[4]) tritt bei Thieren einige Stunden nach der Mahlzeit eine Steigerung ein, welche nach 6, aber auch erst nach 12 und 15 Stunden ihr Maximum erreicht. Im nüchternen Zustande und namentlich bei länger fortgesetztem Fasten vermindert sich das Quantum sehr bedeutend. Ebenso ist die Art der Nahrung, Wasser, Fleisch- und Fettfütterung für die Menge der Galle von Bedeutung.

Die 24stündige Gallenmenge scheint für 1 Kilogramm Säugethier einige 30 Grms. und für den reifen menschlichen Körper 1000—1800 Grms. zu betragen. Doch gehen die von den einzelnen Beobachtern erhaltenen Zahlen sehr weit auseinander[5]).

Was die Bedeutung der Galle betrifft, so besitzt dieselbe keine fermentirende Einwirkung auf die Nahrungsstoffe, die Eiweisskörper, Stärke und Fette. Sie bewirkt aber zum grossen Theile den Uebertritt des fein vertheilten Fettes in die Chylusgefässe (S. 476)[6]), ebenso trägt sie bei ihrer Zersetzung im Darm durch das frei werdende Alkali der Gallensäuren wenigstens etwas zur Neutralisirung der Magensäure bei.

Im Uebrigen haben *Bidder* und *Schmidt* gezeigt, wie der grösste Theil der Galle, und zwar fast alles Wasser, sowie etwa $\frac{7}{8}$ der festen

Bestandtheile durch Resorption vom Darme aus wieder in die Blutbahn zurückkehrt. Die weiteren Umänderungen der Gallenbestandtheile in der Blutmasse kennt man noch nicht näher. Durch den Darm gehen die veränderten Gallenpigmente, ein kleiner Theil des Cholestearins und zuweilen etwas Taurin[7]) fort. Ebenso treffen wir Zersetzungsprodukte der Cholsäure, nämlich Choloidinsäure und Dyslysin.

Die Entstehung der Leber, über welche wir in neuerer Zeit namentlich durch *Remak*[8]) wichtige Aufschlüsse erhalten haben, obgleich noch grosse Lücken vorliegen, geschieht sehr frühe in Form zweier hohler Blindschläuche, gebildet von Zellen des sogenannten Drüsenblattes, welche äusserlich von einer faserig sich gestaltenden Hülle, der ausgestülpten Darmwandung, überzogen werden. Die inneren Zellen dieser »primitiven Lebergänge« bilden unter Vermehrung solide cylindrische Gruppirungen, »Lebercylinder«, welche in die äussere Umhüllungsschicht durch Wachsthum vordringen und sich dabei theilen, sowie netzförmig verzweigen. Die zwischen dem Netzwerk der Lebercylinder befindlichen Zellen der ursprünglich äusseren umhüllenden Lage wandeln sich zu Bindegewebe, Gefässen und Nerven um, während in den Zellen der Lebercylinder die secernirenden Drüsenelemente gegeben sind, welche sich wohl später mit der von *Beale* demonstrirten, zarten strukturlosen Haut umhüllen.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Lehmann*'s phys. Chemie Bd. 2. S. 51 und Zoochemie S. 38; *Gorup-Besanez*, Untersuchungen über Galle. Erlangen 1846; *Strecker* in den Annalen Bd. 70. S. 149; *Frerichs*' Artikel »Verdauung« a. a. O. S. 826; *Bidder* und *Schmidt*, Verdauungssäfte S. 98, sowie die Dorpater Dissertationen von *Stackmann*, *Quaestiones de bilis copia accuratius definienda* 1849, *Lenz*, *De adipis concoctione et absorptione* 1850 (Annalen Bd. 79. S. 328) und *Schellbach*, *De bilis functione, ope fistulae vesicae felleae indagata* 1850 (Annalen Bd. 79. S. 290). — 2) Abnorme Gallenbestandtheile kennt man wenige Es werden Eiweiss und Harnstoff angeführt. Letzterer soll nach *Picard* (*De la présence de l'urée dans le sang. Strasbourg* 1856. *Thèse*) sogar normal vorkommen. Traubenzucker, welchen *Donders* (Physiologie Bd. 1. S. 243) antraf, ist, wie *Bernard* berichtigte, erst in der Leiche aus dem Lebergewebe in die Galle transsudirt. — 3) *Frerichs* (Hannover'sche Annalen Bd. 5. Heft 1 und 2) erhielt circa 14% fester Bestandtheile, *Gorup* (a. a. O. und *Prager*, Vierteljahrschrift von 1851 Bd. 3. S 86) gewann in drei Fällen 10,19, 17,73 und 9,13%. — Die Mineralbestandtheile der Ochsengalle fand *Weidenbusch* in 100 Theilen bestehend aus: Chlorkalium 27,70, Kali 4,80, Natron 36,73, Kalkerde 1,43, Magnesia 0,53, Eisenoxyd 0,23, Maganoxydoxydul 0,12, Phosphorsäure 10,45, Schwefelsäure 6,39, Kohlensäure 11,26 und Kieselerde 0,36 (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 76. S. 389). — 4) a. a. O. S. 144. Man s. auch die Arbeit von *Koelliker* und *Müller* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 5. S. 221 und Bd. 6. S. 436. — 5) Hierzu vergl. man noch *Nasse*, *Commentatio de bilis quotidie a cane secreta copia, Marburgi* 1851 und *Arnold*, Zur Physiologie der Galle. Mannheim 1854. — 6) Hunde resorbiren im natürlichen Zustande auf 1 Kilogramm Körpermasse stündlich 0,465 Grms. Fett, nach Abschluss der Galle nur 0,21 — 0,06. Der Chylus führt normal bei diesen Thieren auf 1000 32 Theile Fett, nach Absperrung des Lebersekrets nur 1,9 p. m. (*Bidder* und *Schmidt*). — 7) Die

Zersetzung dieses Stoffes mit dem Geschick des an ihn gebundenen Schwefels wurde schon im Text erwähnt. — 8) a. a. O. S. 51 und 119.

2. Der Athmungsapparat.

§ 242.

Der Respirationsapparat wird hergestellt von dem ein- und ausführenden verzweigten Kanalwerk und dem respirirenden Theile. Ersterer ist von dem Kehlkopf, der Luftröhre und den Luftröhrenästen gebildet; letzteren stellen die Lungen dar. Das Ganze kann einer traubigen Drüse verglichen werden, zeigt jedoch sowohl anatomisch, namentlich durch die starke Entwicklung des elastischen Gewebes, als auch physiologisch bedeutende Eigenthümlichkeiten.

Der Kehlkopf, *Larynx*[1]) besteht aus den einzelnen Knorpelstücken, welche die deskriptive Anatomie kennen lehrt, den Ligamenten derselben, einer innern auskleidenden Schleimhaut und den bewegenden Muskeln.

Schon früher beim Knorpelgewebe wurde der verschiedenen Kehlkopfknorpel gedacht. Dieselben repräsentiren die differenten Erscheinungsformen des betreffenden Gewebes. Von hyaliner Knorpelmasse werden gebildet die *C. thyreoidea*, *cricoidea* und die *C. arytaenoideae*[2]). Doch beginnen an letzteren schon einzelne Theile, nämlich der *Processus vocalis* und die Spitze, zum elastischen Knorpelgewebe sich umzuwandeln (§ 122). Ganz von letzterem aber sind hergestellt der Kehldeckel (*Epiglottis*), die *Wrisberg*'schen und *Santorini*'schen Knorpel (§ 123), während die *C. triticea* meistens bindegewebig erscheint (§ 124).

Die Bänder des Kehlkopfs bestehen entweder zum grössten Theile ihrer Masse aus elastischen Fasern, oder sind wenigstens reich an diesen (S. 299). Wesentlich elastischer Natur treten uns die eigentlichen Stimmbänder, *Ligamenta thyreo-arytaenoidea inferiora* entgegen.

Die Kehlkopfsmuskeln gehören noch der quergestreiften Faserformation an (§ 174).

Die Schleimhaut, besonders in den tieferen Partien reich an elastischem Gewebe, von ziemlich derbem Gefüge und einer im Allgemeinen glatten Oberfläche, zeigt zahlreiche traubenförmige Schleimdrüschen, welche theils mehr zerstreut, theils stellenweise gedrängt neben einander liegen und mit ihren Drüsenkörpern in Gruben der Knorpelmasse eingebettet sein können. Man schreibt letzteren Organen die Schleimabsonderung des Larynx zu.

Das Epithelium besteht vom Grunde des Kehldeckels und den oberen Stimmbändern an mit Ausnahme eines geschichteten Plattenepitheliums, welches die eigentlichen oder unteren Stimmbänder bekleidet[3]), aus einer schwach geschichteten Lage flimmernder Zellen (§ 111).

Die Nerven des Kehlkopfs sind Vagusäste, nämlich der an feinen markhaltigen Fasern reiche, vorzugsweise sensible *Laryngeus superior* und der aus breiten Fasern gebildete und wesentlich motorische *Laryngeus inferior*[4]). Ihre Verzweigungen können mikroskopische Ganglien führen. Die Ausbreitung geschieht an die Muskeln, das Perichondrium und die Mukosa. In letzterer kennt man zwar die terminalen Plexus, nicht aber das Auslaufen der Primitivfasern..

Die Blutgefässe bieten nichts Auffallendes dar, die Lymphgefässe sind zahlreich.

Anmerkung. 1) Man vergl. *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 295 und *Rheiner*, Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. Würzburg 1852. Diss. — 2) Ueber die Altersveränderungen dieser Knorpel enthält S. 246 bereits das Nothwendige. — 3) *Rheiner* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 3. S. 222. u. Beiträge zur Histologie des Kehlkopfs. Würzburg 1852. Diss. — 4) Vergl. *Volkmann*'s Artikel »Nervenphysiologie« im Handw. der Phys. Bd. 2. S. 595, ebenso die frühere mit *Bidder* herausgegebene Schrift: die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842.

§ 243.

Die Luftröhre, *Trachea*, und ihre Aeste, die Bronchien[1]) können als ein aus festem fibrösem Gewebe bestehender ramifizirter Schlauch aufgefasst werden, in dessen vorderer Wand die Halbringe der Knorpel (*Annuli cartilaginei*) eingebettet liegen, so dass das fibröse Rohr einmal ihr Perichondrium und dann die verbindende Bandmasse (*Ligamenta interannularia*) zwischen den einzelnen Halbringen abgibt; ebenso nach hinten als *Membrana transversa* den so gebildeten knorpligen Halbkanal schliesst. Letzterer Theil führt dann nach einwärts gegen die Schleimhaut eine kräftige Lage wesentlich querlaufender Muskelbündel.

Das den Kanal also zunächst herstellende fibröse Gewebe ist abermals sehr reich an elastischen Fasern (S. 299).

Die Trachealknorpel gehören der hyalinen Formation an (§ 122) und bieten nichts Auffallendes dar.

Die Muskellage der Luftröhre besteht aus glatten Fasern (§ 173) und besitzt eine ungefähr den dritten Theil einer Linie erreichende Mächtigkeit. Der Reichthum elastischen Gewebes, welchen wir durch das ganze Athmungsorgan vorfinden, bringt hier elegante elastische Sehnen mit sich, vermöge deren unsere Muskelbündel von dem Perichondrium der Endstücke der *Annuli cartilaginei* entspringen. Nach aussen von dieser transversalen Muskelschicht kommen, wenn auch nicht immer, doch häufig, vereinzelte Längsbündel vor, welche von der fibrösen Wand des Kanals ihren Ursprung nehmen (*Koelliker*).

Die Schleimhaut der Luftröhre zeigt abermals zahlreiche traubige Schleimdrüschen, bald kleiner und einfacher, bald grösser und komplizirter gebaut und in letzterem Falle tiefer mit dem Drüsenkörper herabreichend. Die grösseren Drüsen liegen theils zwischen den einzelnen Knorpelringen, theils an der hinteren Wand.

Das Flimmerepithelium ist dasjenige des Larynx.

Blut- und Lymphgefässe finden sich wiederum reichlich vor. Die theils vom *Laryngeus inferior*, theils vom Sympathicus stammenden Nerven bedürfen noch einer genaueren Untersuchung.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker* a. a. O. S. 308.

§ 244.

Wir sind nunmehr zur Lunge[1]), *Pulmo*, gelangt. Die beiden Bronchien, welche sich bekanntlich schon vor dem Eintritte in ihre Lungenwurzel wieder spalten, setzen, in das Organ eingetreten, diese Ramifikationen meist unter spitzen Winkeln und mit dem Faktor zwei fort, so dass sie in immer feinere Kanäle zerfallen. Die stützenden Knorpel verlieren hierbei die Beschaffenheit der Halbringe, nehmen die Form unregelmässiger Platten und Plättchen an, welche sich nicht mehr auf die vordere Wand allein beschränken, im Uebrigen, was ihre Textur angeht, in nichts von derjenigen der Luftröhre differiren. Die letzten Reste der Knorpelplättchen verlieren sich erst an Bronchialästchen von bedeutender Feinheit, indem sie *Gerlach*[2]) bis herab zu solchen von 0,1‴ zu entdecken vermochte. Die Wandung zeigt uns, natürlich in abnehmender Mächtigkeit, die fibröse Lage, wie wir sie für die Trachea kennen gelernt haben und die Schleimhaut mit ihren Flimmerzellen, welche allmählich die Schichtung einbüssen, bis wir sie zuletzt als eine einzige Lage niedrig gewordener Zellen übrig behalten (§ 111). Auch die traubigen sogenannten Schleimdrüschen können noch bis zu Kanälen von beträchtlicher Feinheit verfolgt werden. Die glatte Muskellage, welche in der Luftröhre, wie der vorige § gezeigt hat, vorkam, bildet um die Bronchialgänge eine förmliche Ringsfaserlage. An feinen Kanälen fliessen schliesslich Schleimhaut und äussere Faserlage zu einer einzigen dünnen Wandung zusammen, die zur homogenen, äusserlich von elastischen Fasern umgebenen Membran sich gestaltet.

Fig. 326.



Zwei primäre Lungenläppchen oder sogenannte Lungentrichter (*a*) mit den Luft- oder Lungenbläschen *b* und den terminalen Bronchialästchen *c*, die gleichfalls noch einzelne der Lungenbläschen aufsitzend haben *b* (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Durch diese fortgesetzte Theilung, wobei aber auch schon von grösseren Kanälen seitlich kleinere abgehen, gewinnen wir also ein ungemein entwickeltes System baumförmig verzweigter Gänge, bis wir am Ende derselben mit Kanälen bis zu 0,1 und 0,05‴ herab zu den sogenannten pri-

mären Lungenläppchen (Fig. 326. *a*) gelangen, Gebilden von einer kurzen kegelförmigen Gestalt, weshalb sie auch von *Rossignol* die Benennung der Trichter, *Infundibula*, erhalten haben.

Ein solcher sogenannter Lungentrichter entspricht nun einigermassen einem primären Läppchen traubenförmiger Drüsen und ist analog jenen aus Endbläschen zusammengesetzt, die im Allgemeinen rundlich erscheinen, bei starker Ausdehnung polyedrisch sich abgrenzen (welches letztere an der Oberfläche des Organs immer vorkommt).

Indessen macht sich hierbei eine Verschiedenheit zwischen der Lunge und jenen Drüsen geltend. Während nämlich die Bläschen wahrer traubiger Drüsen mehr oder weniger von einander getrennt bleiben, sind die gleichwerthigen Gebilde des Athemwerkzeuges, welche man Luftzellen, Lungenbläschen, Lungenalveolen oder auch *Malpighi'*sche Zellen (*Vesiculae* oder *Cellulae aëreae s. Malpighianae*) nennt, viel weniger isolirt, so dass sie nur Aussackungen oder Ausbuchtungen der Wand eines primären Läppchens bilden und im Innern des letzteren kein weiteres Gangsystem mehr zu entdecken ist, vielmehr alle Luftzellen in den gemeinschaftlichen Hohlraum unmittelbar einmünden. In dem Körper des Erwachsenen treten sogar noch vielfach Resorptionen der Wandung zwischen einzelnen Luftzellen eines *Infundibulum* ein (*Adriani*).

Fig. 327.



Durchschnitt durch die Lungensubstanz eines Kindes von 9 Monaten. Eine Anzahl von Lungenzellen *b*, umgeben von den elastischen Fasernetzen, welche balkenförmig jene umgrenzen und mit der strukturlosen dünnen Membran *e* die Wandungen derselben bilden; *d* Theile des Kapillarnetzes; *c* Reste des Epitheliums (Kopie nach *Ecker*).

Im Uebrigen trifft man auch schon an den in das Läppchen sich einsenkenden Endstücken der feinsten Bronchialkanäle (Fig. 326. *c*) eine Anzahl sogenannter Lungenzellen (*b*).

Schnitte durch das Lungengewebe (Fig. 327) lassen uns der eben gelieferten Schilderung entsprechend in Form zellenförmiger Räume von verschiedener Grösse und mehr rundlicher oder ovaler Form die Querschnitte der Lungenbläschen erkennen (*b*). Es ist nothwendig,

hierzu die Lunge entweder mit Luft aufgeblasen zu trocknen oder ihre Luftwege mit erstarrender Injektionsmasse zu erfüllen.

Die Grösse der Lungenzellen nimmt man ungefähr von 0,05 — 0,16667''' schwankend an. Die grosse Dehnbarkeit des Gewebes führt im Leben eine beträchtlichere Erweiterung jener herbei, so dass die Bläschen der fungirenden Lunge stets einen ansehnlicheren Durchmesser führen.

Unsere Figur kann uns zugleich von der Textur der betreffenden Gebilde eine Vorstellung gewähren. Die Wand der Lungenbläschen wird nämlich von einer ausserordentlich dünnen, etwa 0,001''' messenden homogenen Membran gebildet, von welcher an der rechten Seite in der grossen mittleren Lungenzelle (bei *e*) noch ein Rest erhalten ist. Umgeben äusserlich ist diese Wandung von mehr oder weniger zahlreichen elastischen Fasern, welche in ihrer Dicke sehr wechselnd ausfallen und bald vereinzelt, bald gruppen- und balkenförmig hervortreten. Namentlich zwischen benachbarten Bläschen gewahrt man starke Fasern dicht gedrängt neben einander liegend, während in der übrigen Wand der Luftzelle feine Fasern oft bis zu 0,00067''' und weniger Quermesser mehr vereinzelt zu bemerken sind [3]).

Schon in einem früheren Abschnitte (§ 106. Anm. 5) gedachten wir der einfachen, nicht mehr flimmernden, aus kleinen rundlichen Zellen bestehenden Epithelialbekleidung der Luftzellen (*c*) [4]).

Diese primären Läppchen der Lunge, für welche der Neugeborene die deutlichsten Beispiele liefert, während beim Erwachsenen das betreffende Strukturverhältniss oft in hohem Grade undeutlich geworden ist, treten, durch bindegewebige Zwischensubstanz verbunden, zu den sekundären Läppchen, welche wir bis 0,5 und 1''' im Durchmesser annehmen können, zusammen. Man gewahrt indessen letztere auch beim Erwachsenen deutlich in Form polygonaler, durch schwarzes Pigment markirter Felder, wenn man sich an die Oberfläche des Organs hält.

Aus ihnen bilden sich dann allmählich die grossen Lappen, deren Schilderung der deskriptiven Anatomie anheimfällt.

Eine Eigenthümlichkeit des interstitiellen Bindegewebes ist die Einbettung einer wechselnden, bisweilen ausserordentlich ansehnlichen Menge von Melaninkörnchen (§ 54). Aber auch die Wände der Lungenbläschen selbst können von dieser Einlagerung ergriffen werden [5]).

Diese Strukturverhältnisse machen das Arbeiten der Lungen begreiflich. Dieselben, der Brusthöhle hermetisch eingesetzt und von hoher Ausdehnungsfähigkeit, folgen, der Thoraxwandung dicht anliegend, allen Erweiterungen des Brustkorbs bei der Inspiration gehorsam nach. Vermöge ihrer elastischen Kräfte (und unterstützt durch die Muskulatur ihrer Kanäle) ziehen sie sich bei jeder Ausathmung zusammen, soweit es nämlich die Brustwandung gestattet. Niemals aber erreichen sie im normalen Leben ihre vollständige Kontraktion, welche augenblicklich beim Eröffnen der Brusthöhle eintritt [6]).

Anmerkung: 1) Man vergl. neben den allgemeinen Werken von *Gerlach* (S. 273), *Koelliker* (S. 307) sowie *Todd* und *Bowman* (*Vol.* 2. *p.* 384) noch besonders *Reisseisen*, *De fabrica pulmonum commentatio*, *praemio ornata. Berolini* 1822; *Rainey* in den *Medico-chir. Transactions* 1845. *p.* 581; *Moleschott*, *De Malpighianis pulmonum vesiculis. Heidelbergae* 1845. *Diss.* und in den Holländischen Beiträgen Bd. 1. S. 7; *Rossignol*, *Recherches sur la structure intime du poumon. Bruxelles* 1846; *Adriani*, *De subtiliori pulmonum structura. Trajecti ad Rhenum* 1847. *Diss.*; *Cramer*, *De penitiori pulmonum hominis structura. Berolini* 1847. *Diss.*; *Köstlin* im Archiv für physiol. Heilkunde Bd. 7. S. 286 und Bd. 8. S. 198; *Radclyffe Hall* in *Provinc. med. and surg. Journal* 1849. *p.* 74; *Schultz*, *Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum. Dorpati* 1850. *Diss.*; *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 10. — 2) a. a. O. S. 277. — 3) Die Existenz glatter Muskelelemente an den Lungenbläschenwandungen behauptet *Gerlach* (a. a. O. S. 277). — 4) Man hat das Epithelium der menschlichen Lungenbläschen mit Unrecht geläugnet. Man vergl. hierzu noch *Ecker*, *Icon. phys.* Text zu Tafel 10; *Rainey* in *British and for. med.-chir. Review* 1855. *p.* 491; *Williams* in *Med. Times and Gazette* 1855. 2. *p.* 361 und *Radclyffe Hall* in erstgenanntem Journal Juli 1857. — 5) Man s. *Bruch*'s Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigments der Wirbelthiere. Zürich 1844 S. 26. — 6) *Donders* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. N. F. Bd. 3. S. 39 u. 287 und Bd. 4. S. 241 u. 304.

§ 245.

Es sind uns noch einige Strukturverhältnisse der Lunge übrig geblieben, nämlich ihre Blut- und Lymphgefässe, die Nerven, sowie der seröse Ueberzug des Organs.

Was die Blutgefässe der Lunge betrifft, so erhält bekanntlich dieselbe von zweierlei Röhren aus Blut zugeführt, einmal dasjenige der *Arteriae bronchiales* und dann das der *Art. pulmonalis*. Erstere, von untergeordneter Bedeutung, dienen zur Ernährung des Organs, letztere ist für den Athmungsprozess bestimmt.

Fig. 328.



Das respiratorische Kapillarnetz der Pferdelunge. *b* Die die einzelnen Lungenbläschen mehr oder weniger ringförmig umgebenden Endäste der *Arteria pulmonalis*; *a* das Haargefässsystem. (Zeichnung nach einem *Gerlach*'schen Präparate).

Die *Arteria pulmonalis* theilt sich, den Bronchialverästelungen folgend, und gelangt so mit ihren Zweigen zwischen die Lungenläppchen. Hier erfolgt eine weitere Ramifikation zu feineren Röhren, welche in die elastischen Balken zwischen den einzelnen Lungenbläschen eindringen (Fig. 328), um daselbst oft unter weiteren Zerspaltungen zu verlaufen, wobei sie häufig mit einander sich verbinden, so dass unvollkommene oder auch vollständige Ringe entstehen (*b*), von welchen mit höchst zahlreichen Kanälchen das die Wand des Lungenbläschens umstrickende und nur durch diese dünne Membran von der atmosphärischen Luft geschiedene respiratorische Kapillarnetz entsteht. Dieses

ist auch an der vorher aufgeblasenen Lunge noch ein höchst dichtes (*a*) und mehr oder weniger rundliche oder viereckige Maschen zeigendes, indem letztere 0,017— 0,0090‴ an Durchmesser haben, während das Kapillarrohr 0,005‴ im Mittel misst. Dass an dem nicht aufgeblasenen Organe die Maschen durch Einschrumpfen noch viel kleiner erscheinen müssen, versteht sich von selbst. Die Haargefässnetze benachbarter Luftzellen treten übrigens in ausgedehnte Kommunikation mit einander.

Aus unsern so verbundenen Netzen entstehen die zwischen den einzelnen primären Lungenläppchen gelegenen Anfänge der *Venae pulmonales*. Die weitere Zusammensetzung der letzteren Gefässe ist ähnlich der arteriellen Zerspaltung.

Auffallenderweise bilden aber auch Zweige der die Bronchien begleitenden Lungenarterienäste ein Kapillarnetz, allerdings mit viel weiteren Maschen, in der Bronchialschleimhaut. Dieses Haargefässnetz steht in Verbindung mit dem die äusseren Partien der Bronchienwandung einnehmenden Kapillarnetz, welches aus der Auflösung der Bronchialarterie entstanden ist. Die Kapillaren ersterer Art, welche die Mukosa durchsetzen, treten theils in benachbarte Zweige der Lungenvene, theils der *Venae bronchiales* ein. Auch unter der Lungenpleura findet sich ein von der Lungenarterie stammendes weitmaschiges Haargefässnetz. Die *Arteriae bronchiales* geben im Uebrigen noch die ernährenden Gefässe für die grösseren Lungenadern ab und gelangen mit ihren und den Bronchialverzweigungen bis an die *Pleura pulmonalis*, wo sie wiederum mit dem Blut der Lungenarterie in Verbindung treten.

Lymphgefässe finden sich durch die Lunge in beträchtlicher Menge. Man unterscheidet oberflächliche, die dicht unter dem serösen Ueberzuge Netze bilden, und tiefere, welche mit den Bronchialverästelungen nach aussen bis zu den Bronchialdrüsen verfolgt werden können. Beiderlei Gefässe stehen ebenfalls mit einander in Kommunikation.

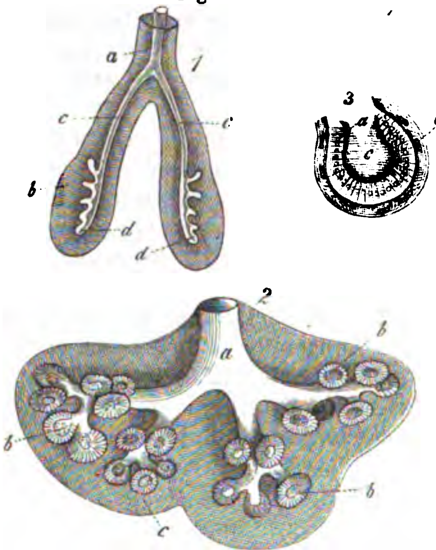
Die Nerven des Athmungsorganes stammen aus dem *Plexus pulmonalis anterior* und *posterior* und rühren theils vom Sympathicus, theils von Zweigen des zehnten Nervenpaares her. Sie laufen theils mit den Bronchialverzweigungen, theils mit denjenigen der Lungenarterie, weniger der Lungenvene und des Bronchialgefässsystems. Sie bilden schon aussen auf den Bronchien zahlreiche kleine Ganglien (*Remak*[1]), ein Verhältniss, was sich auch über ihre feineren Verzweigungen im Lungengewebe (*Schiff*[2]) erstreckt. Die Lungennerven scheinen vielfach in der Bronchialschleimhaut zu endigen.

Der seröse Ueberzug der Lunge und des Brustkorbs, die *Pleura*, zeigt, was Epithelium und bindegewebige Unterlage betrifft, die gewöhnliche Textur seröser Häute. Der Blutreichthum ist ein geringer. Diejenigen der Lungenpleura kommen von der Lungen- und Bronchialarterie. Die Nerven der Pleura[3]) stammen vom Phrenicus, vom Sympathicus und Vagus (*Plexus pulmonalis*). An denjenigen der *Pleura pulm.* bemerkte *Koelliker* eingestreute Ganglienzellen.

Was die Mischungsverhältnisse des Lungengewebes betrifft, so kennen wir nur die in der durchtränkenden Flüssigkeit vorkommenden Zersetzungsprodukte. Aus der Ochsenlunge erhielt *Cloëtta*[4]) Inosit, Harnsäure, Taurin und Leucin. Ebenso führt das menschliche Lungengewebe Leucin in ansehnlicherer Menge.

Die Entwicklung[5]) der Lungen (Fig. 329. 1) geschieht in früher Zeit nach Art der grösseren mit dem Darmrohr verbundenen Drüsen in Form zweier (*c*), an gemeinschaftlichem Stiele (*a*) sitzender und gleich von Anfang an hohler Aussackungen der vorderen Schlundwand, an welchen sich auch hier die Zellenschicht (Drüsenblatt) (*c*) und die faserige Darmwandung (*b*) betheiligen. Aus der Zellenlage wird das Epithelium des Athemapparates, während in der umhüllenden äusseren Masse die Anlage sämmtlicher faseriger und knorpliger Theile der Luftröhre, Bronchien und Lungen gegeben ist.

Fig. 329.



Zur Entwicklung der Lunge. 1 Schema der Bildung des ganzen Organs. *a* Gemeinsamer Kanal (die künftige Luftröhre) mit der Spaltung (*c*) in zwei Gänge (Bronchien) und der beginnenden knospenartigen Aussackung (*d*); *b* die umgebende faserige Umhüllungsschicht. 2 Die weitere vorgerückte Ramifikation aus der Lunge eines etwa viermonatlichen menschlichen Fötus. *a* Kanal; *b* die kolbigen, mit Cylinderepithelium ausgekleideten Erweiterungen, aus denen die primären Lungenläppchen sich zu bilden scheinen. 3 Ein solches Gebilde stärker vergrössert. *a* Das Cylinderepithelium; *c* der Hohlraum; *b* die umhüllende Faserlage (Rest von Fig. 1. *b*).

Die Blindschläuche des Drüsenblattes treiben unter Zellenvermehrung eine stets zunehmende Anzahl neuer Ausstülpungen(*d*) in die umhüllende äussere Masse hinein, so dass die baumförmige Verästelung des respiratorischen Kanalwerks mehr und mehr hervortritt und die faserige Umhüllungsschicht an Massenhaftigkeit abnimmt. An den Enden der Aeste (2. *a*) treten rundliche bläschenartige Erweiterungen (*b*) auf, bekleidet von Cylinderzellen (3. *a*), welche durch weitere knospenartige Vermehrung in kleinere zerfallen, aus denen dann schliesslich ein primäres Lungenläppchen (*Infundibulum*), sowie durch weitere Aussackungen der Wandung das dazu gehörende System der Lungenzellen hervorgehen dürfte.

Anmerkung: 1) *Müller's* Archiv 1844. S. 464. — 2) Archiv für phys. Heilkunde Bd. 6. S. 792. — 3) *Luschka*, die Struktur der serösen Häute S. 78. —

4) Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. in Zürich Bd. 1. S. 207. Das Taurin beschrieb früher *Verdeil* als »Lungensäure« (Annalen Bd. 81. S. 334). — 5) Man vergl. *Bischoff*'s Entwicklung des Hundeeis. Braunschweig 1845. S. 105 und 112; *Remak* a. a. O. S. 55 und 114; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 321 und *Ecker*'s *Icon. phys. Tab.* 10.

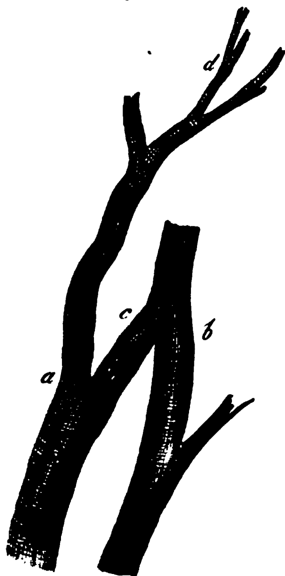
3. Der Kreislaufsapparat.

§ 246.

Da in dem zweiten Abschnitte unseres Werks die Blut- und Lymphgefässe (§ 206—212) ihre Erörterung fanden, handelt es sich hier nur noch um eine Nachlese. In dieser Weise haben wir das Herz, die Lymphdrüsen und die wohl am passendsten letzteren anzureihenden sogenannten Blutgefässdrüsen zu besprechen.

Das Herz, *Cor*[1]), das muskulöse Centralorgan des Blutkreislaufs, besteht aus dem sogenannten *Pericardium* oder Herzbeutel, einem serösen Sacke, dessen schon früher § 147 gelegentlich gedacht wurde, aus der Muskulatur und dem sogenannten *Endocardium*. Letzteres stellt die modifizirte *T. intima* grosser Gefässe (§ 207) dar, während die Fleischmasse unseres Organs den Muskelschichten der Gefässwand (§ 207) entspricht. Doch kommen der Modifikationen mancherlei vor.

Fig. 330.



Zwei Muskelfäden des menschlichen Herzens (*a*. *b*) baumartig verzweigt (*d*) und netzartig verbunden (*c*).

Der Herzbeutel entspricht in seiner Textur den ächten serösen Säcken, besitzt ein dickeres parietales und ein dünneres viscerales Blatt. Letzteres hängt durch sogenanntes subseröses Bindegewebe mit der Fleischmasse des Organs zusammen und zeigt namentlich in den Herzfurchen, bisweilen auch fast über die ganze Aussenfläche des Organs Ansammlungen von Fettzellen (§ 135). Die Gefässe bieten nichts Besonderes dar und die Nerven der parietalen Platte sind nach den Untersuchungen *Luschka*'s vom rechten *Vagus* (*Ramus recurrens*) und vom *Phrenicus* stammend[2]). Das Epithel ist § 106 behandelt worden, der wässerige Inhalt des Herzbeutels § 148.

Ebenso wurde beim Muskelgewebe der quergestreiften Muskulatur des unwillkührlich arbeitenden Organs gedacht (§ 177). Die Vereinigung dieser netzförmig verbundenen Muskelfäden ist eine eigenthümliche, indem mit Ausnahme der *Trabeculae carneae*, *M. pectinati* und *papillares* keine bün-

delweise Verbindung, wie bei andern quergestreiften Muskeln getroffen wird, sondern die einzelnen Fasermassen von spärlichem Bindegewebe zusammengehalten dicht gedrängt gegen einander liegen. Bekanntlich ist die Muskelmasse an den einzelnen Herzabtheilungen von sehr ungleicher Stärke, am massenhaftesten im linken Ventrikel, dünn in den beiden Atrien und zwar am schwächsten im rechten Vorhof. Der Verlauf dieser Muskulatur ist im Uebrigen ein sehr verwickelter, so dass wir uns nur auf wenige Hauptpunkte hier beschränken müssen.

Man kann die Faserung des Herzens, welche für Vorhöfe und Kammern eine getrennte ist, in eine longitudinale und circuläre zerlegen. Es gelingt diese Unterscheidung jedoch nur mit einer gewissen Genauigkeit für die Atrien, nicht mehr aber die Ventrikel. Eigenthümlich ist ferner der Umstand, dass ein Theil der Muskelmasse den beiden Vorhöfen, ebenso ein anderer beiden Kammern gemeinschaftlich zukommt, während daneben noch jeder dieser vier Theile seine besondere Muskulatur besitzt.

Als Ausgangspunkte der Herzmuskulatur gelten die beiden ringförmigen Fasermassen, welche die *Ostia venosa* der Kammern umgeben, die sogenannten *Annuli fibro-cartilaginei.* Von diesen Faserringen entspringen die Fleischfasern und kehren, nachdem sie schleifenförmig einen der Herzräume umkreist haben, zu ihnen wieder zurück. Sonach werden sich Atrien wie Ventrikel im Momente der Kontraktion gegen diese Stelle, die Basis der Kammern, zusammenziehen müssen.

In den Vorhöfen treffen wir zunächst als innerste Lage längslaufende Bündel, welche vom *Ostium venosum* entspringen und über demselben schlingenförmig eine Art von Gewölbe bilden. Im rechten Vorhofe ergeben sie in eigenthümlicher Ausbildung die *M. pectinati.* Umlagert wird diese Lage durch eine stärkere ringförmige Schicht, welche zunächst für jeden Vorhof eine besondere ist, dann aber, namentlich noch an der vorderen Fläche entwickelt, beiden Vorhöfen gemeinsam zukommt. Endlich umgeben ringförmig gruppirte Bündel die Venenmündungen, um sich noch eine Strecke weit über die Wand dieser Gefässe fortzusetzen.

Komplizirter ist die Anordnung der Kammermuskulatur. Man kann hier zunächst festhalten, dass dem linken Ventrikel einmal eine besondere Fleischmasse zukommt. Ebenso besitzt die rechte Kammer eine eigene Muskulatur, welche aber in ihrer Fortsetzung zur Verstärkung der Muskelmassen des linken Ventrikels benutzt wird, wie auch endlich Fleischbündel, welche aus dem linken Ventrikel kommen und in diesen zurückkehren, die rechte Kammer schleifenförmig umgeben.

Man bemerkt nämlich, wie vom linken Faserringe, ebenso der Aorta (und zwar im ganzen Umfang des Ventrikels), eine Anzahl längslaufender Fleischbündel entspringen, welche in der einen Wand, und zwar im Aussentheile derselben, herabsteigen, um an der Herzspitze umzubiegen und jetzt in der inneren Fläche der gegenüberstehenden Wandung wieder zum *Annulus fibro-cartilagineus* zu gelangen. Bei dem schiefen Verlaufe

kreuzen sich diese Schlingen, deren Gipfel an der Spitze des linken Ventrikels den sogenannten Herzwirbel herstellen. Auch im rechten Ventrikel treffen wir am *Annulus fibro-cartilagineus* auf einen Faserursprung. Der eine Schenkel läuft in einer ähnlichen Weise bis zur Spitze der rechten Kammer, geht dann aber nicht in der entgegengesetzten Wandung des gleichen Ventrikels zurück, sondern gelangt vielmehr in die Wand des linken Ventrikels, um in dieser bis zum linken Faserringe zu verlaufen, wo er endigt.

Zu dieser eigenthümlich, im Allgemeinen aber in der Längsrichtung verlaufenden Kammermuskulatur kömmt nun noch eine kreisförmige hinzu. Dieselbe nimmt vom linken *Annulus fibro-cartilagineus* ihren Ursprung und umgibt die linke Kammerwand in achterförmigen Touren, während andere der ebenfalls daselbst entspringenden Fleischbündel in einfacher Schleife den rechten Ventrikel umhüllen. Diese verschiedenen Fasermassen liegen zwischen den längslaufenden. Auch vom rechten *Annulus fibro-cartilagineus* nehmen, freilich in beträchtlich geringerer Menge, ähnliche Fasern ihren Ursprung, um in derselben einfachen Schleife die linke Kammerwand zu umziehen. Endlich haben wir noch kreisförmige Fasern, welche, vom rechten Faserring kommend und zu ihm wieder zurückkehrend, den *Conus arteriosus* umgeben.

Die Papillarmuskeln werden von den Fasern des longitudinalen wie queren Verlaufs hergestellt[3]).

Anmerkung: 1) Man vergl. das Werk von *Koelliker* Bd. 2. Abth. 2. S. 482, *Gerlach* S. 194 und *Reid*'s Artikel: »*Heart*« in der Cyclop. Vol. 2. p. 577. — 2) Struktur der serösen Häute S. 75. — 3) Wir sind in dieser Darstellung genau der von *Meyer* (Lehrbuch der physiol. Anatomie Theil 2. S. 32) gefolgt. Zur Literatur seien erwähnt: *Ludwig* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 191 und *Donders* in der Physiologie Bd. 1. S. 14, sowie *Searle*'s Artikel: »*On the arrangement of the fibres of the heart*« in der Cyclop. Vol. 2. p. 619.

§ 247.

Das Endocardium[1]) überzieht in sehr verschiedener Dicke das ganze Höhlensystem unseres Organs mit allen Unebenheiten und Vorsprüngen. Die geringste Mächtigkeit erreicht es als zartes Häutchen in den Ventrikeln, die grösste als derbe Membran im *Atrium sinistrum*. Die Grundlage desselben ist eine aus elastischen Fasern von verschiedener Stärke, und zwar oberflächlichen feinen und stärkeren tieferen (welche letztere bei dünnem Ueberzuge fehlen), gebildete Haut, die gleich der Innenschicht der Gefässe auf ihrer freien Fläche eine Bekleidung von einfachem Plattenepithelium führt (§ 106) und nach unten vermittelst einer ungleich entwickelten Lage von Bindegewebe mit der Muskulatur verwachsen ist.

Die Klappen zwischen Vorhöfen und Kammern (*Valvula tricuspidalis* und *mitralis*) stellen Duplikaturen des Endocardiums dar mit einer

mittleren bindegewebigen Lage, welche wesentlich durch Fasern vom *Annulus fibro-cartilagineus* und die flächenhafte Verbreiterung der Sehnen der Papillarmuskeln gebildet wird. Auch die halbmondförmigen Klappen der Arterien (*Valvulae semilunares*) haben einen analogen Bau, die mittlere Lage ist aber dünner.

Die Blutgefässe des Herzens zeigen in der Fleischmasse die typische Form des gestreckten Maschennetzes (§ 178). Das Endocardium führt im Allgemeinen nur in der unter ihm befindlichen Bindegewebeschicht Blutgefässe. Ebenso bemerkt man welche in den Atrioventrikularklappen, nicht mehr aber in den halbmondförmigen (*Gerlach*[2]).

Lymphgefässe kennt man aus dem Bindegewebe zwischen Herzbeutel und muskulöser Oberfläche.

Die Nerven des Herzens stammen vom *Plexus cardiacus*, welcher selbst von Fasern des Sympathicus und Vagus gebildet ist.

Es verlaufen die zahlreichen Nervenstämme mit den Blutgefässen, um sich in Kammern und Vorkammern zu verbreiten. Die Vorhöfe sind ärmer an Nerven als die Kammern und der linke Ventrikel überhaupt am reichsten. Die Herznerven erscheinen mehr grau und bestehen aus feinen markhaltigen Röhren mit Zumischungen der *Remak*'schen Faserformation. Sie endigen zum grössten Theile in der Muskulatur; andere lassen sich bis in das Endocardium verfolgen. An keiner dieser beiden Lokalitäten gelang es bisher für Mensch und Säugethier die Art des Endigens näher darzuthun. Eigenthümlich ist das Vorkommen zahlreicher mikroskopischer Ganglien an den der Fleischmasse eingebetteten Nervenästen, namentlich in der Nähe der Querfurche und im *Septum ventriculorum*[3]).

Bekanntlich hat die Physiologie die interessante Entdeckung gemacht, dass jene beiderlei Faserelemente in ihrer Funktion sich ganz verschieden verhalten. Während nämlich diejenigen des Sympathicus die Kontraktionen der Herzmuskulatur bewirken und in den eben berührten Ganglien unseres Organs ihre Erregungsstätte besitzen (so dass das ausgeschnittene Herz fort pulsirt), üben die Vagusfasern den entgegengesetzten Einfluss aus, indem sie gereizt die motorische Thätigkeit der sympathischen Elemente unterbrechen, so dass das Herz im Zustande der Diastole zum Stillstande kommt (*E. Weber*[4]). Es dürften hierbei die Vagusfasern in den Herzganglien, d. h. in deren Zellen endigen.

Ueber die Mischungsverhältnisse des Herzmuskels s. man die Chemie des Muskelgewebes (§ 180). Der höhere Kreatingehalt und das bisher nur in jenem beobachtete Vorkommen von Inosit sind interessante Thatsachen.

Der Bau der Arterien und Venen hat in § 207, derjenige der Kapillaren in § 206 seine Erörterung gefunden.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Luschka* in *Virchow*'s Archiv Bd. 4. S. 171. — 2) a. a. O. S. 205 und *Luschka l. c.* S. 181. — 3) *Remak* in *Müller*'s Archiv 1844.

S. 168; *Lee, Memoir on the ganglia and nerves of the heart. London* 1851 und *Cloëtta* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 8. S. 64. — Genau sind diese interessanten Ganglien namentlich beim Frosch erforscht. Vergl. *Volkmann's* Artikel: »Nervenphysiologie« S. 497; *Wagner* im Handw. d. Phys. Bd. 3. S. 452; *Ludwig* in *Müller's* Archiv 1848. S. 139; *Bidder* ebendas. Jahrg. 1852. S. 163. — Die äusserlich über das Herz hinlaufenden und geflechtartig verbundenen Nervenstämme zeigen neben ächten ganglionären Anschwellungen andere von platter Gestalt, wie *Lee* fand und *Cloëtta* bestätigte (*l. l. c. c.*). Letztere sind indessen nur Neurilemsbildungen und keine Ganglien. — 4) Vergl. den Artikel »Muskelbewegung« im Handw. d. Phys. Bd. 3. Abth. 2. S. 42. Man wird an die analogen Verhältnisse der Gefässnerven der Speicheldrüsen (§ 222) erinnert, ebenso an die *Pflüger'*sche Entdeckung eines Stillstandes der peristaltischen Bewegungen der Därme durch Reizungen des Splanchnicus (S. Monatsberichte der Berliner Akademie. Juli 1855).

§ 248.

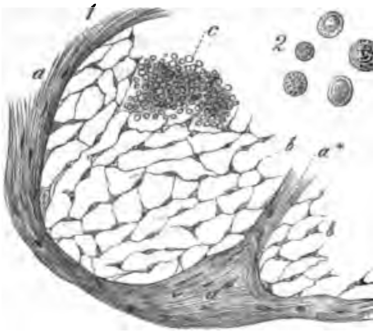
Ueber die Lymphgefässe wurde schon § 209 das Nöthige bemerkt. Eigenthümliche Vorkommnisse derselben sind die sogenannten Lymphdrüsen oder Lymphknoten[1]), welche den Verlauf grösserer Gefässe unterbrechen. Man begegnet ihnen besonders zahlreich an denjenigen der Eingeweide und an solchen Lokalitäten, wo oberflächliche Lymphgefässe sich in tiefere einsenken. Vielfach wird ein und dasselbe Gefäss in derartiger Weise mehrmals durch Lymphknoten unterbrochen und wohl alle Stämme erfahren in ihrem Verlaufe von der Peripherie bis zum *ductus thoracicus* hin wenigstens einmal diese Einschaltung. In den einzelnen Knoten senken sich gewöhnlich mehrere zuführende Lymphstämmchen (*Vasa afferentia*) ein und aus demselben treten mehrfach oder einfach (in der Regel in geringerer Zahl, aber mit stärkerem Quermesser) ausführende Röhren (*Vasa efferentia*) ab.

Man unterscheidet an den Lymphknoten selbst zweierlei Substanzen, eine innere von schwammigem Gefüge, an Blutgefässen reichere und eine äussere, welche vielfach heller, sowie an Blut ärmer erscheint und einen körnigen oder unregelmässig gelappten Bau darbietet.

Die Textur dieser Lymphknoten, welche meistens eine ovale Gestalt, aber eine sehr verschiedene Grösse besitzen, ist eine schwierig zu erforschende und kontroverse. Das, was man zur Zeit darüber kennt, spricht für folgende Textur:

Die Hülle (Fig. 331. 1. *a*), welche das Ganze umschliesst, ist eine nicht besonders dicke, aber feste und an elastischen Elementen reiche bindegewebige Lage, von welcher nach innen Fortsätze scheidewandartig in die Rindensubstanz eindringen und so das gelappte Ansehen letzterer herbeiführen. Die hierdurch erzielten Parenchymräume sind 0,1—0,33''' gross, in ihrem Ansehen an die Solitärdrüsen und die Einzelbläschen der *Peyer'*schen Drüsen (§ 232) erinnernd, aber von letzteren dadurch verschieden, dass sie nicht vollständig von einander getrennt, vielmehr in einander überführend sind. Es dürfte deshalb die Bezeichnung der Alveolen (*Koelliker*) am meisten zu empfehlen sein.

Fig. 381.



Aus der Rindensubstanz einer menschlichen Mesenterialdrüse. 1 Zwei Alveolen, umgeben von bindegewebiger Hülle *a* mit dem Zellennetz des Innern *b* und einem Theil der Lymphzellen *c*; 2 die letzteren bei stärkerer Vergrösserung.

Dringt man in den feineren Bau einer solchen Alveole näher ein, so sieht man, dass das Ganze von einem ausgebildeten Netzwerk höchst zierlicher und zarter mehrstrahliger Zellen (*b*) durchzogen wird, welche bis in die angrenzenden Scheidewände verfolgt werden können. Sie erinnern am meisten an eine verfeinerte Formation jenes Gallertgewebes, wie wir es früher in der *Wharton*'schen Sulze des Nabelstrangs (§ 132), ebenso im Zahnsäckchen als Schmelzorgan (§ 131) kennen gelernt haben.

Erfüllt sind die zahlreichen Zwischenräume jenes Zellennetzes von einer alkalisch reagirenden breiartigen Masse (*b*), welche bei genauer Analyse mit den Zellen von Lymphe und Chylus identisch ist (2).

Zugleich bildet das sternförmige Zellenwerk, wie es scheint, eine Art von Gerüste für ein die Alveole in ihrer ganzen Dicke durchziehendes feines Kapillarnetz, so dass auch in dieser Hinsicht eine neue Aehnlichkeit mit dem *Peyer*'schen Drüsenkörperchen entsteht.

Die *Vasa afferentia* dringen unter fortgesetzten Theilungen durch die Hülle in die bindegewebigen Scheidewände der Alveolen ein und durchlaufen mit ihren letzten erkennbaren Aestchen dieses Gewebe.

Wie es scheint, endigen sie schliesslich alle mit freien Mündungen in dem Höhlensystem der Alveolen (*Noll* und *Ludwig*, *Koelliker*, *Donders*), so dass also die Kontinuität des Lymphgefässsystems zwischen *Vas afferens* und *efferens* hiermit vollständig unterbrochen ist.

Ganz anders stellt sich die Beschaffenheit der Markmasse dar. Dieselbe besteht nämlich, abgesehen von einem bindegewebigen Gerüste und den von diesem getragenen Blutgefässen, wesentlich aus einem dichten Geflechte gröberer und feinerer Lymphgefässstämme. Nach den Untersuchungen *Koelliker*'s ist die genauere Anordnung dieser Gefässe aber folgende: Aus den inneren Theilen der Alveolen beginnen die Anfänge in Form feiner Gefässe, welche, in die Markmasse vordringend, durch Anastomosen sich mit einander verbinden und so zu grösseren Stämmen werden, die sich schliesslich zu dem ein- oder mehrfachen *Vas efferens* vereinigen.

Die eben geschilderten Verhältnisse, welche möglicherweise in der Folge mancherlei Modifikationen erfahren dürften, machen es begreiflich, wie Lymphe und Chylus, nachdem sie durch die *Vasa afferentia* in das Kavernensystem der Alveolen gelangt sind, hier bei sehr verlangsamtem Durchgange mit dem Blute des Kapillarnetzes der letzteren in einen inni-

gen endosmotischen Austausch treten und ihre chemische Beschaffenheit ändern können, ebenso wie jene beiden Flüssigkeiten aus den Alveolen eine bald geringere, bald grössere Anzahl der zelligen Elemente ausschwemmen, welche als Lymph- und Chyluszellen, sowie später als Blutkörperchen auftreten. Schon in früheren Abschnitten gedachten wir dieser Herkunft, welche wenigstens für den grössten Theil der zelligen Elemente von Chylus und Lymphe gültig ist. Vergl. § 103.

Die Bläschen der Solitär- und *Peyer*'schen Drüsen des Darmkanals, um auf sie nochmals zurückzukommen, stellen gewissermassen eine vereinzelte, selbstständig gewordene Alveole grösserer Lymphknoten dar. Aehnlichen Gebilden werden wir auch in der Milz (s. u.) begegnen.

Ueber die Mischungsverhältnisse der Lymphdrüsen wissen wir wenig. Sie enthalten als Zersetzungsprodukte eine sehr geringe Menge Leucin (*Staedeler*) und können, wie es scheint, auch Harnsäure, Tyrosin (?) und Xanthin führen [3]).

Ueber ihre Entwickelung[4]) sei nur bemerkt, dass sie gleich Milz und Nebennieren aus dem mittleren Keimblatt hervorgehen.

Anmerkung: 1) Man vergl. besonders *Noll* und *Ludwig* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 52; *Heyfelder*, Ueber den Bau der Lymphdrüsen. Breslau 1851. Diss.; *Gerlach*'s Handbuch S. 232; *Brücke* in den Sitzungsberichten der Wiener Akad. Bd. 9. S. 900, Bd. 10. S. 27 u. 429 u. Bd. 15. S. 267, sowie in den Denkschriften derselben Bd. 4. S. 267; *Koelliker* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 4. S. 107, in seinem grossen Werke Bd. 2. Abth. 2. S. 528 u. Handbuch, 3te Aufl. S. 585, *Donders* in der Physiologie S. 318 und *Ecker*'s *Icon. Phys.* Taf. 5. — 2) Nach *Heyfelder* enthält diese Hülle bei Säugern, z. B. der Maus, glatte Muskelfasern. — 3) *Cloëtta* a. a. O. S. 222. — 4) *Remak* l. c. S. 104.

§ 249.

Wir reihen dem Gefässsystem, und zwar den eben besprochenen Lymphknoten die Erörterung der sogenannten Blutgefässdrüsen an. Als solche haben wir, abgesehen von dem später zu erwähnenden Hirnanhang, die Milz, die Schild- und Brustdrüse, sowie die Nebennieren zu besprechen. Wir beginnen mit dem ersten der vier Organe.

Die Milz, *Lien*, *Splen*[1]) besitzt unterhalb ihres serösen Ueberzugs eine feste fibröse Haut, die das ganze Organ wie ein Sack umhüllt und nach Innen zahlreiche Fortsätze absendet, welche als ein Gerüste die weiche Inhaltsmasse durchziehen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt eine Verwebung von Bindegewebefibrillen mit vielen feineren und stärkeren elastischen Fasern, sowie beim Menschen und manchen Säugethieren, beispielsweise dem Schafe, Hunde und Schweine, noch eine Einlagerung kontraktiler Faserzellen, während dieselben andern, dem Pferde und Ochsen, gänzlich abgehen.

Man kann die betreffenden, das Innere durchziehenden Fortsätze in zwei Arten trennen, in die eigentlichen Balken, *Trabeculae*, und in die Gefässscheiden. Erstere entspringen von der ganzen Innenfläche

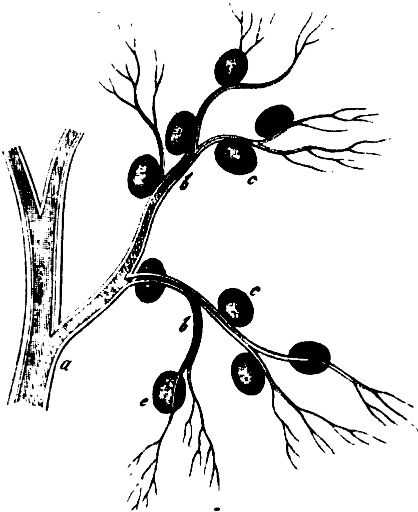
der fibrösen Hülle, theilen sich auf das Vielfachste, gehen unter einander eine Menge von Verbindungen ein und bilden so ein entwickeltes Balkennetzwerk[2]). Die letzteren entstehen dadurch, dass am *Hilus*, wo die Blutgefässe in das Organ eintreten, um jedes derselben die fibröse Hüllenmasse sich umschlägt, zur Scheide des Gefässes wird und mit dessen Verzweigungen sich ebenfalls weiter zerspaltet. Das so gebildete Reiserwerk tritt mit dem Balkennetze in die innigste Verbindung.

Die einzelnen Trabekel dieses wirren Balkennetzes haben die verschiedenste Stärke. Die grössten können bis 1''' erreichen, kleinere messen 0,1''', zarte sinken auf 0,05''' herab und die feinsten endlich, wie sie noch in der Pulpa mit dem Mikroskop zu entdecken sind, bieten oft nur 0,005''' dar. Die Milzbalken, reich an elastischen Fasern, können ebenfalls glatte Muskeln führen; so auch beim Menschen.

Die von dem Balkenwerk hergestellten ganz unregelmässigen Hohlräume unseres Organs werden durch das weiche Parenchym der Milz eingenommen. Dieses ist ein doppeltes; einmal und die Hauptmasse bildend, eine rothbraune Substanz, die sogenannte Pulpa, und dann in derselben zerstreute, sehr zahlreiche, kleine, rundliche oder ovale weissliche Körperchen, die sogenannten Bläschen oder *Malpighi*'schen Körperchen der Milz.

Wir wollen zuerst die letztgenannten Gebilde besprechen. Hierzu müssen wir aber die arteriellen Blutgefässe kennen lernen.

Fig. 332.



Aus der Milz des Schweines. Ein Arterienast *a* von der Scheide umhüllt, mit seinen Zweigen *b* und den ansitzenden *Malpighi*'schen Körperchen *c*.

Bekanntlich ist die *Arteria lienalis* das Gefäss unseres Organes. Beim Menschen gelangt sie schon in 6—8 Aeste zerspalten an letzteres. Beim Eintritt in die Milz selbst erfolgt nun eine alsbaldige weitere Zertheilung in ausgedehnter Weise, wobei die Zweige, ohne Anastomosen einzugehen, nach allen Richtungen auseinander fahren. Schliesslich bemerkt man die Endäste des Arteriensystems büschelförmig zerfallen. Es entstehen in dieser Art die sogenannten *Penicilli*, welche man den Aesten eines entlaubten Weidenbaumes treffend verglichen hat. Fig. 332 kann uns diese Anordnung einigermassen versinnlichen.

Zieht man nun einen derartigen arteriellen Ast aus dem Gewebe der Milz hervor und reinigt

man ihn von der anhängenden Pulpa, so bleiben an demselben zahlreiche kleine, 0,4—0,2''' (mit Extremen bis 0,1 und 0,5''') messende rundliche oder ovale Knötchen anhängen. Es sind dieses die *Malpighi*'schen Körperchen der Milz. Ihre Befestigung findet meistens seitlich an den Gefässchen statt, zuweilen in der Spaltungsstelle selbst. Ebenso können hier und da einzelne der Körperchen auf einem Aestchen wie gestielt aufsitzen, wobei aber das Gefäss über das Gebilde hinaus weiter geht. Niemals senkt sich die Arterie in das Körperchen ein, sondern nur die an elastischem Gewebe reiche scheidenartige Umhüllungsmasse des Gefässes nimmt mit rundlicher Erweiterung kapselartig das *Malpighi*'sche Körperchen auf[3]). Diese Kapsel misst 0,001—0,002''' und ist stets doppelt kontourirt.

Derartige Milzbläschen finden sich bei allen Säugethieren[4]), werden dagegen in menschlichen, Krankheiten unterlegenen Leichen häufig vermisst, während man sie nach plötzlichen Todesarten antrifft, ebenso in der Regel in kindlichen Körpern, so dass sie ebenfalls als integrirender Bestandtheil unserer Milz zu betrachten sein dürften[5]).

Der von der Kapsel umschlossene Inhalt ist von neutraler Reaktion und breiiger Konsistenz. Er besteht aus Lymphkörperchen, wie in einer Alveole der grösseren Lymphknoten oder in einer sogenannten solitären Drüse oder einem *Peyer*'schen Körperchen. Auch das zierliche, das ganze Milzbläschen durchziehende Kapillarnetz verhält sich ebenso wie bei jenen Gebilden (*Koelliker*, *Gerlach*[6])).

Nach dem Erwähnten ist man berechtigt in dem *Malpighi*'schen Körperchen ebenfalls ein kleines Lymphknötchen zu erblicken. Leider kennt man seine Verbindung mit Lymphgefässen[7]) zur Zeit noch nicht.

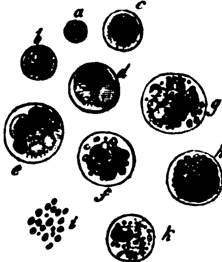
Anmerkung: 1) Man vergl. *Giesker*, Splenologie. I. Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Milz des Menschen. Zürich 1835; *Schwager-Bardeleben, Observationes microscopicae de glandularum ductu excretorio carentium structura. Berolini* 1841. *Diss.*; *Koelliker* in den Mittheilungen der Züricher naturf. Ges. Bd. 1. S. 120 und Artikel: »Spleen« in der *Cyclopaedia Vol.* 4. *p.* 777, sowie Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 253; *Ecker*'s Artikel: »Blutgefässdrüsen« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 130 und *Icon. phys. Tab.* 6; *Günsburg* in *Müller*'s Archiv 1850. S. 161; *Gerlach*'s Handbuch S. 236; *Sanders*, *On the structure of the spleen. Edinburgh* 1850; *Hlaseck*, *Disquisitiones de structura lienis. Dorpati* 1852. *Diss.*; *Beck*, Untersuchungen u. Studien im Gebiete der Anatomie. Karlsruhe 1852. S. 80; *Chalk* in *Med. Times* 1852. 2. *p.* 8 u. 1854. 2. *p.* 476; *Gray*, *On the structure and the use of the spleen. London* 1854; *Führer* im Archiv f. phys. Heilkunde Bd. 13. S. 149 u. Bd. 15. S. 65; *Sasse, de milt, beschouwd in hare Struktuur en hare physiologische betrekking. Amsterdam* 1855; *Billroth* in *Müller*'s Archiv 1857. S. 104; *Fick* in *Müller*'s Archiv 1859. S. 8 und *Meissner* bei *Henle* u. *Pfeufer*, Zeitschr. 3te Reihe. Bd. 2. S. 316. — 2) Wo mehrere der Bälkchen zusammentreffen, findet sich meistens eine knötchenförmige Anschwellung der Verbindungsstelle. — 3) Eine vortreffliche bildliche Darstellung s. bei *Ecker*, *Icon. phys. Tab.* 6. *Fig.* 11. — 4) Ausser bei den Säugethieren finden sich die *Malpighi*'schen Körperchen auch bei den Vögeln, werden dagegen, wie es scheint, bei nackten Amphibien vermisst und kommen in der Klasse der Fische nur den Plagiostomen zu. —

5) Man s. *Hessling's* Untersuchungen über die weissen Körperchen der menschlichen Milz. Regensburg 1842. Diss. — 6) *l. l. c. c.* Man s. noch *Sanders* im *Monthly Journal* 1852. *March.* — 7) Behauptet wurde eine Verbindung mit Lymphgefässen in neuerer Zeit unter Andern durch *Gerlach* (*Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift Bd. 7. S. 77) und *Schaffner* (a. d. O. S. 345), aber mit Unrecht. Man vergl. noch *Ecker* a. a. O. S. 139 und *Gerlach*'s neueste Angaben (Handbuch S. 243).

§ 250.

Das von den Balken gebildete Kavernensystem unseres Organs ist erfüllt mit einer an geronnenes Blut erinnernden weichen, mehr oder weniger rothen Masse von sehr verschiedener Konsistenz, der sogenannten Milzpulpa. In ihr trifft man einmal noch die feinsten Trabekel des Gerüstes und die engsten Blutgefässe, dann einen sehr verschiedenartigen Zelleninhalt, welcher uns in die physiologische Bedeutung der Milz einen interessanten Einblick gewährt und deshalb einer etwas näheren Besprechung bedarf.

Fig. 333.



Zellen aus der Milzpulpa des Menschen, Ochsen u. Pferdes (nach *Ecker*). *a*—*d* Vom Menschen. *a* Freier Kern; *b* gewöhnliche Zelle (Lymphkörperchen); *c* gekernte Zelle mit einem Blutkörperchen im Innern; *d* mit zweien; *e* solche mit mehreren Blutkörperchen vom Ochsen; *f* eine Zelle desselben Thieres mit fettartigen Körnchen. *g*—*k* Vom Pferde. *g* Eine Zelle mit mehreren frischen Blutkörperchen und den Körnchen letzterer Figur; *h* Zelle mit einem Körnerhaufen; *i* derselbe frei; *k* Zelle mit farblosen kleinen Molekeln.

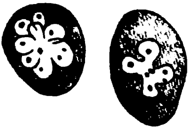
Als wesentliche Zellenformation der Milzpulpa aber haben wir Lymphkörperchen zu betrachten, denen ganz gleich, wie sie auch in den *Malpighi*'schen Bläschen des Organs vorkamen.

Dieselben (Fig. 333. *b*) erscheinen blass, kuglig, 0,00312—0,004 und 0,005''' gross, und zeigen einen etwa 0,0025''' betragenden Kern. Gewöhnlich ist letzterer einfach, nicht sogar selten doppelt vorhanden. Sparsam begegnet man in weiter vorgerückter Theilung befindlichen, biskuitförmigen Zellen. Bei neugeborenen Thieren kommen auch grosse vielkernige Zellen vor, deren sprossende Kernvermehrung durch *Koelliker*[1]) kürzlich beobachtet wurde (Fig. 334). Auffallend ist das Erscheinen einer sehr beträchtlichen Menge nackter Kerne in jeder Milzpulpa (Fig. 333. *a*). Sie dürften indessen nur durch Platzen der Zellenhülle frei geworden sein.

Als zweites Element und die rothe Farbe der Milzpulpa wesentlich bedingend treffen wir Blutkörperchen. Ein Theil bietet nichts Auffallendes dar; andere erscheinen mehr kuglig, sowie gegen Wasser resistenter und endlich zeigt die genauere Untersuchung hier und da einmal kleine gekernte gelbliche Zellen, Uebergangsformen von den Lymph- zu den gewöhnlichen Blutkörperchen (vergl. § 89).

Wir werden bald sehen, dass die Milzpulpa in freier Kommunikation mit der Blutbahn steht. Hiernach kann uns der höhere Gehalt des Milzvenenblutes an farblosen Zellen verschiedener Art (§ 88) nicht Wunder nehmen.

Fig. 334.



Farblose Zellen aus der Milzpulpa einer jungen Katze (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Ein höchst auffallendes Verhältniss, was in der Pulpa von Mensch und Säugethier bald selten, bald häufiger zu beobachten ist, bilden die schon seit längerer Zeit bekannten räthselhaften blutkörperhaltigen Zellen[2]), welche jedoch auch in andern Theilen, so z. B. in den *Malpighi*'schen Milzkörperchen selbst, auftreten können und manchfach unter unverkennbar pathologischen Verhältnissen zur Beobachtung kommen. — Man bemerkt nämlich in rundlichen Zellen von einem mehr und mehr steigenden (bis zu 0,01 und 0,01667‴ sich erhebenden) Ausmaasse entweder einfach (Fig. 333. *c*) oder doppelt (*d*) oder in Mehrzahl (*e*) Blutkörperchen eingeschlossen, welche im Anfang wenig verändert, nur kleiner und etwas schärfer begrenzt erscheinen, dann in goldgelbe, bräunliche oder schwärzliche Körner zerfallen (*f. g. h*), bis schliesslich die Moleküle sich mehr und mehr entfärben und das Bild einer mit gewöhnlichen Körnchen erfüllten Zelle (*k*) darbieten. Auch frei bleibende Blutkörperchen können denselben Umwandlungsprozess durchmachen (*i*). — So gestaltet sich die gegenwärtig als richtig angenommene Reihenfolge der Vorgänge. Die blutkörperchenführenden Zellen in allen Stufen können in den Blutstrom übergehen und als Bestandtheile des Milzvenenbluts erscheinen[3]).

Noch ein auffallendes Verhältniss der menschlichen Milzpulpa sind die schon seit Jahren bekannten spindelförmigen Zellen, welche in ihrer Gestalt an die Elemente der glatten Muskulatur erinnern, aber statt des charakteristischen stäbchenförmigen Kerns einen rundlichen Nucleus führen, der seitlich, nicht selten sogar in einer bruchsackartigen Ausstülpung der Zellenhöhle, gelegen ist. Man hat sie als modifizirte kontraktile Faserzellen deuten wollen; wahrscheinlicher ist eine andere Auffassung, welche in ihnen Epithelien der Gefässe sieht[4]).

Anmerkung: 1) Würzburger Verhandlungen Bd. 7. S. 186. — 2) Die Literatur dieser Gebilde ist eine sehr reiche. Wir heben hervor: *Koelliker* und *Hasse* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 4. S. 7; *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 261 und Bd. 2. S. 115, den Würzburger Verhandlungen Bd. 4. S. 58, sowie in seinen histologischen Werken; *Landis*, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz. Zürich 1847. Diss.; *Ecker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 6. S. 261 und im Artikel: »Blutgefässdrüsen« S. 152; *Virchow* in s. Archiv Bd. 4. S. 515; *Gerlach* bei *Henle* und *Pfeufer* Bd. 7. S. 75 und *Schaffner* ebendas. Bd. 7. S. 345; *Remak* in *Müller*'s Archiv 1851. S. 480. — Wir bezeichneten im Texte die betreffenden Zellen als räthselhafte. Sie sind dieses namentlich in Hinsicht der Entstehung. In einer früheren Zeit, unter dem Einflusse der freien spontanen Zellenge-

nesis boten sie der Erklärung gerade keine grossen Schwierigkeiten dar. Man liess entweder den freien Kern von den Blutkörperchen umlagert werden und schliesslich die Hülle sich bilden, so dass der Vorgang in eine der beiden üblichen Zellentheorien fiel (vergl. § 76); oder man nahm in dem Haufen der Blutkörperchen auch eine nachträgliche Genesis des Nucleus an. Gegenwärtig, wo die *Generatio aequivoca* der Zelle so schwere Erschütterungen erlitten hat, so dass sie, mindestens gesagt, höchst unwahrscheinlich geworden ist, kann jene ältere theoretische Deutung nicht mehr genügen und mir müssen uns nach einer anderen Erklärung umsehen. Da eine schon ältere Interpretation, welche mit völliger Umdrehung der ganzen Reihenfolge den Prozess als endogene Neubildung der Blutkörperchen ansehen wollte, völlig unhaltbar ist, so empfiehlt sich noch am meisten in der gegenwärtigen Verlegenheit die *Virchow*'sche Auffassung (a. a. O. S. 585). Nach diesem Forscher sollen nämlich die Blutkörperchen in bereits fertige präexistirende Zellen von aussen her eingedrungen sein. Erinnert man sich, dass vielfach Dasjenige, was wir Zellenmembran zu nennen gewohnt sind, nur in einer grösseren oder geringeren Erhärtung der Peripherie besteht, so hat ein derartiges Eingedrängtwerden mit nachheriger Vernarbung der Spalte nichts so Befremdendes. — Eine andere gleichfalls nicht definitiv gelöste Frage ist die, ob man die blutkörperhaltenden Zellen als normale oder pathologische Vorkommnisse zu betrachten hat. Doch drängt alles zur letzteren Entscheidung. — 3) Die daselbst von *Funke* getroffenen grösseren Lymphkörperchen mit kleinen dunklen Körnchen sind derartigen Ursprungs (S. 181). — 4) Sie wurden beschrieben von *Vogel* (Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops S. 452), als Muskelzellen gedeutet von *Koelliker* (in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 77) und *Ecker* (a. a. O. S. 132), während sie *Günsburg* (Pathologische Gewebelehre Bd. 1. S. 81), *Stinstra, De functione lienis. Groningae* 1854. *Diss.* und neuerdings *Koelliker* als Gefässepithelium deuten (s. des letzteren Mikr. Anat. S. 256).

§ 251.

Wir haben endlich noch der Blut- und Lymphgefässe der Milz, sowie ihrer Nerven zu gedenken.

Erstere [1]) bilden einen sehr schwierigen und bei dem jetzigen Zustande der Technik nicht sicher zu entscheidenden Abschnitt der feineren Anatomie. Der Blutreichthum der Milz ist im Uebrigen ein ganz ausserordentlicher und die Rolle des Organs als eines mit der Blutbildung wesentlich zusammenhängenden ohne Weiteres beurkundender.

Schon früher (§ 246) sind die Gefässscheiden erwähnt worden. Man trifft im Allgemeinen so viele derselben an, als arterielle Aeste im Hilus eintreten. Jede der Scheiden beherbergt neben der lose umhüllten Arterie die entsprechende weite Vene, deren dünne Wandung mehr und mehr mit der Innenfläche der Gefässscheide zu verschmelzen beginnt; ebenso Lymphgefässe und Nerven.

Die Besprechung der *Malpighi*'schen Körperchen hatte uns genöthigt, die Arterienausbreitung bis zu der Befestigung jener und darüber hinaus bis zu den feinsten Aesten, den sogenannten *Penicilli*, zu verfolgen. Diese strahlen nun in die Pulpa aus, um in derselben ein Kapillarnetz von

0,004—0,00313''' weiten Röhren zu bilden, ebenso dasjenige, welches die *Malpighi*'schen Körperchen durchzieht.

Die Schwierigkeit für die Milz liegt darin, den Uebergang dieses Haargefässnetzes in die Venenanfänge und das weitere Geschick letzterer bis zu grösseren Blutaderästen zu gewinnen. Nachdem sich die Venenzweige von den Arterien getrennt und diesen die Gefässscheide allein überlassen haben, breiten sie sich nach gewöhnlicher Weise einmal in feinere Aeste aus, zugleich aber münden in die ganze Peripherie der Stämmchen und ihrer Zweige rechtwinklig eine sehr grosse Zahl recht feiner Venenästchen. Hier nun bricht die sichere Beobachtung ab. Die so dünnhäutige Beschaffenheit der Venen bringt es mit sich, dass man bald früher, bald später bei dem Vordringen durch die Venenramifikationen nicht mehr weiss, ob man noch in dem Gefässe oder schon in der Milzpulpa sich befindet. Soviel dürfte jedoch feststehen, dass die Haargefässe nicht in gewohnter Art zu feinen Venenwurzeln sich gestalten, die dann grössere Stämmchen konstituiren. Ebenso muss eine Kommunikation der Venen mit der Milzpulpa existiren, wofür die Blutzellen letzterer, sowie der Uebergang ihrer verschiedenen Zellenformationen in die Blutbahn sprechen. Die Anatomen haben daher vielfach zellige Hohlräume, die in die Venen sich öffnen oder sinusartige Erweiterungen angenommen. Ja man hat in neuester Zeit sogar die ganze Milzpulpa in den Hohlraum venöser Erweiterungen verlegt (*Hlasek*). Am meisten empfiehlt sich die Ansicht, die Pulparäume mit den Blutgefässen den Alveolen der Lymphknoten mit *Vas afferens* und *efferens* analog anzunehmen (§ 248).

Was das Lymphsystem angeht, so besitzt die Milz bekanntlich keine zuführenden Lymphgefässe, so dass die aus ihrem Hilus austretenden im Innern des Organs entspringen müssen. Die Art dieses Ursprungs kennen wir noch nicht. Die tieferen, aus dem Innern kommenden führen häufig eine mehr geröthete Flüssigkeit. Oberflächliche, der Hülle des Organs angehörige besitzen die gewöhnliche farblose Lymphe. Die menschliche Milz ist im Uebrigen an Lymphkanälen recht arm. —

Die Nerven[3]), aus dem *Plexus lienalis* des sympathischen Systems stammend und sehr reich an *Remak*'schen Fasern, verlaufen mit der arteriellen Verzweigung. Die Nervenmenge ist im Allgemeinen eine ansehnliche, die Endigung noch nicht sicher erkannt. Theilungen in den Stämmen sah *Koelliker*, terminale möglicherweise *Ecker*.

Anmerkung. 1) Man s. die Arbeiten und Werke von *Ecker*, *Gerlach*, *Koelliker*. — 2) *Hlasek* a. a. O. — 3) *Ecker* a. a. O. S. 148; *Koelliker*'s Handbuch 3te Aufl. S. 465. Man sehe auch § 185.

§ 252.

Die Milz führt 18—30% organische Stoffe und einen im Mittel 0,5—1% betragenden Gehalt an Mineralbestandtheilen (*Oidtmann*[1])).

Die das Milzgewebe durchtränkende, sauer reagirende Organflüssig-

keit enthält bei Mensch und Säugethier nach *Scherer*, *Frerichs*, *Staedeler*, *Cloëtta* und *Gorup*[2]) eine Menge interessanter Körper.

Es gehören hierher Inosit, flüchtige Fettsäuren (wie Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure), Bernsteinsäure, Milchsäure, Harnsäure. An Basen führt die menschliche Milz normal ansehnliche Mengen Leucin und eine mässige (d. h. verhältnissmässig reichliche) Menge Tyrosin (*Frerichs* und *Staedeler*). Ferner ergibt das Organ Sarkin und Xanthin. *Scherer* gewann noch kohlenstoffreiche Pigmente, einen interessanten, an Eisen reichen Körper der Eiweissgruppe[3]) und viel Eisen, gebunden, wie es schien, an Essigsäure und Milchsäure. Die eigenthümliche Beschaffenheit der Venen wird einen Uebergang dieser Stoffe in die Blutbahn herbeiführen müssen, welchen allerdings die vorhandenen Untersuchungen des Milzvenenblutes noch nicht darlegen konnten (vergl. S. 181).

Die Mineralbestandtheile hat *Oidtmann*[4]) genauer untersucht. Er fand Chlor, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kali und Natron (letzteres überwiegend) Kalk, Magnesia, Eisen, Mangan und Kupfer.

Was die so vielfach hin und her ventilirte physiologische Bedeutung der Milz betrifft, so kommt ihr für das Blutleben eine wichtige Rolle zu, welche man theils in dem Untergange von Blutzellen, theils umgekehrt in der Erzeugung derselben gesucht hat. Erstere Ansicht kann verfochten, jedoch bei dem jetzigen Zustande des Wissens nicht bewiesen werden. Letztere steht aber wohl gegenwärtig fest und ist eine analoge wie die der Lymphknoten, nämlich eine Produktion farbloser Zellen in der Pulpa, welche, in den Blutstrom eintretend, farblose Blutkörperchen darstellen, mit einem Theile jedoch auch schon in den Milzkavernen die Umwandlung zur farbigen Zelle erleiden. Wir verweisen auf die § 88 und 89 unseres Werks. — Wie weit die Kontraktilität der Milz, welche von den glatten Muskeln ihres Gewebes und ihrer Gefässe bedingt ist und ein periodisches An- und Abschwellen herbeiführt, auf die Blutbildung des Organs influire, lassen wir dahingestellt sein.

Die Entstehung der Milz findet unabhängig von den Verdauungsorganen in Gestalt eines besonderen, dem mittleren Keimblatte angehörenden Zellenhaufens statt, dessen Zellen zu den verschiedenen Geweben des Organs sich umwandeln müssen. Die Anlage der Milz bemerkt man am Ende des zweiten Monats. Die *Malpighi*'schen Körperchen erscheinen erst spät[5]).

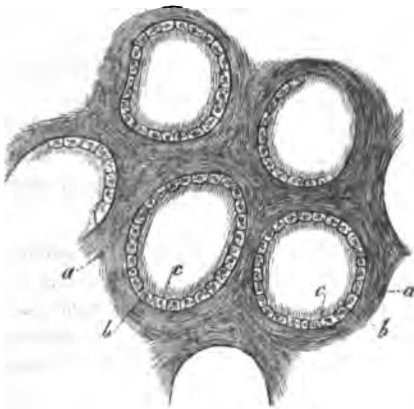
Anmerkung: 1) S. dessen Schrift: Die anorg. Bestandtheile der Leber und Milz. Linnich 1858. — 2) Man vergl. *Scherer* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 298 und Annalen Bd. 107. S. 314; *Frerichs* und *Staedeler* in den Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich Bd. 4. S. 85; *Cloëtta* in der Vierteljahrsschrift derselben Bd. 1. S. 220 und Annalen Bd. 99. S. 303; *Gorup-Besanez*, Annalen Bd. 98. S. 1. — 3) Ueber seine mögliche Bedeutung für die Erzeugung des Blutroths s. § 92. Anm. 2. — 4) a. a. O. — 5) *Remak l. c.* S. 60.

§ 253.

Die übrigen der sogenannten Blutgefässdrüsen, die *Thyreoidea*, *Thymus* und Nebennieren stellen in ihrer Funktion räthselhafte Organe dar, welche in früherer Lebenszeit, zum Theil sogar schon in der Embryonalperiode das Maximum ihrer Ausbildung erlangen, um entweder unter Rückbildungen und Umwandlungen sich später zu erhalten oder auch ganz zu verschwinden.

Die Schilddrüse, *Glandula thyreoidea*[1]), zeigt uns geschlossene rundliche, in gefässreichem Bindegewebe eingelagerte Drüsenbläschen, die gruppenweise zusammengedrängt runde oder platte, röthlichgelbe Körner von 0,25—0,5''' bilden. Diese vereinigen sich dann wieder zu Läppchen und den grossen Lappen, welche letztere der deskriptiven Anatomie anheimfallen.

Fig. 335.



Geschlossene Drüsenkapseln der Schilddrüse des Kindes. *b* Die Kapseln bekleidet von den epitheliumartigen Zellen der Innenfläche *c* und eingebettet in das bindegewebige Stroma *a*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Das Stroma enthält ein gewöhnliches fibrilläres, mit elastischen Elementen gemischtes Bindegewebe. Die Drüsenkapseln von 0,02222—0,04545''' führen eine homogene, ziemlich feine *Membrana propria*, welche äusserlich von einem dichten Netze mässig feiner Kapillaren umsponnen wird und in ihrem Innern einen epitheliumartigen Ueberzug rundlicher Zellen von 0,00444—0,00532''' mit etwa 0,0025''' messenden Kernen trägt. Die Zellen lösen sich leicht in Folge der Fäulniss ab, erleiden Zersetzungen und die Kerne werden frei. Der Hohlraum der rundlichen Drüsenkapseln ist endlich gefüllt mit einer klaren zähen Flüssigkeit, die einen dem Mucin nahe stehenden Eiweisskörper in Lösung enthält. Die Lymphgefässe in ihrer Anordnung zum Drüsengewebe kennt man noch nicht näher. Die Nerven sind spärlich, nicht aus Vagus oder Hypoglossus kommend, sondern mit den Gefässen vom Sympathicus in das Organ eindringend.

Der eben angeführte Bau kommt in der Kinderzeit vor, um beim Erwachsenen fast immer mehr oder weniger eingreifende Umänderungen, oft unter ansehnlicher Vergrösserung des Organs (Kropf, *Struma*) zu erleiden. Man bemerkt (bei dem sogenannten Drüsenkropf, *Ecker*[2])) eine bald geringere, bald grössere Ausdehnung der Drüsenkapseln und eine Erfüllung derselben mit der mehr und mehr angesammelten homogenen

Inhaltssubstanz, die jetzt Kolloid genannt wird und als durchsichtige, festweiche Masse erscheint. In geringen Graden zeigt der Durchschnitt des Gewebes bläulich weisse, transparente Punkte, wie gekochte und aufgequollene Sagokörner erscheinend (*Ecker*). Bei weiterer Ansammlung der Kolloidmassen gehen die Membranen der Drüsenkapseln zu Grunde und unter Schwund des bindegewebigen Stroma's bemerkt man ein Zusammenfliessen jener. Ist die Veränderung bis zu dieser Stufe vorgeschritten, so erscheint der Drüsenlappen in eine gallertartige, meistens blassgelbe Masse verändert, die von dem Netze des schwindenden und wie macerirt erscheinenden Bindegewebes umzogen wird. Endlich kann sich der ganze Lappen zu einer zusammenhängenden Kolloidmasse verwandeln. Mit diesen Veränderungen gehen anatomische Umwandlungen der Drüsenzellen Hand in Hand, indem diese mit derselben Substanz sich erfüllen, um schliesslich eine Auflösung zu erfahren.

Ueber die Funktion der Schilddrüse besitzt man nur Hypothesen. In ihrer ausgepressten Flüssigkeit hat man Leucin, Sarkin, sowie flüchtige Fettsäuren, Milch- und Bernsteinsäure gefunden[3]).

Nach den Untersuchungen, welche *Remak*[4]) uns mitgetheilt hat, entsteht die *Thyreoidea* in Folge einer Abschnürung von der Mittellinie der vorderen Schlundwand unter Zertrennung zu zwei Lappen. Die Bläschen findet man schon sehr frühzeitig vorhanden (*Ecker*, *Koelliker*). Beim Neugeborenen scheint das Organ am entwickeltsten, um schon nach einigen Wochen in seinem Wachsthum namhaft zurückzubleiben.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Schwager-Bardeleben* und *Ecker l. l. c. c.*; *Panagiotides* und *Wagener* in *Froriep*'s Neuen Notizen Bd. 40. S. 193, sowie des Ersteren Dissertation, *De glandulae thyreoideae structura penitiori. Berolini* 1847; *Handfield Jones*, Artikel: »*Thyroid gland*« in der Cyclopaedia Vol. 4. p. 1102; *Le Gendre, de la thyroide. Paris* 1852, *thèse*; *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 327; *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1853. S. 142; *Eulenberg*, Anat.-pathol. Untersuchungen über die Schilddrüse. Göttingen 1859. — 2) *Ecker l. c.* S. 109. Wir sind seiner Schilderung genau gefolgt. Man s. noch *Ecker* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 6. S. 123; *Frerichs*, Ueber Gallert- und Colloidgeschwülste. Göttingen 1846 und *Rokitansky* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 1. S. 243. — 3) *Frerichs* und *Staedeler l. c.* S. 89 und *Gorup* a. a. O. — 4) Dessen Werk S. 122. *Koelliker* (S. 331) glaubt gesehen zu haben, dass die Drüsenkapseln eines dreimonatlichen menschlichen Fötus durch Sprossen und Abschnürung sich vermehren. Die interessante Notiz verdient weitere Prüfung, um so mehr, als die *Remak*'schen Angaben damit nicht in Einklang sind.

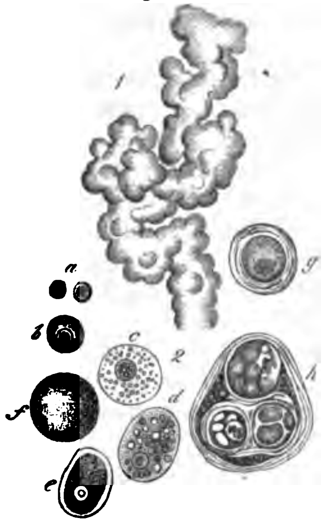
§ 254.

Die Thymusdrüse, *Glandula Thymus*[1]), ein in seiner Funktion unbekanntes und in seinem Bau einem modifizirten Lymphknoten vergleichbares Organ, ist nur beim Fötus und in den frühen Lebensjahren in voller Ausbildung vorhanden, um später zu schwinden, so dass selten einmal beim älteren Menschen dieselbe in noch erkennbarem Zustande zu sehen sein wird. Doch kann man das Organ auch bei 30 und 40jährigen Körpern nicht so selten ohne erheblichen Schwund noch antreffen.

Die Thymus zeigt uns eine aus Bindegewebe- und elastischen Elementen bestehende, an Gefässen sehr reiche Hülle. Da letztere die innere Masse nur lose umgibt, kann nach Trennung der Blutgefässe dieses Drüsengewebe jeder Hälfte in Form eines bandartigen, etwa 1‴ dicken, hohlen Stranges entwirrt werden, dem äusserlich die Drüsenlappen aufsitzen. Das Ganze hat herauspräparirt eine ansehnliche Länge. Im natürlichen Zustande liegt aber der Strang in einer Art unregelmässiger Spirale gewunden und die Lappen berühren sich innig.

Analysirt man weiter, so sieht man den Lappen wieder aus kleineren Läppchen erbaut und letztere, von bindegewebiger Hülle umgeben, aus kleineren polyedrisch gegen einander liegenden Gebilden hergestellt, welche etwa 0,25 — 0,5‴ Grösse besitzen und in ihrem Ansehen an die Kapseln eines *Peyer*'schen Haufens (§ 232) erinnern. Indessen ergibt sich bald eine wichtige Verschiedenheit. Während nämlich die *Peyer*'sche Kapsel geschlossen ist, bleibt das Thymuselement gegen das Centrum seines Läppchens offen. Hier findet sich ein Achsenkanal, welcher sich auch durch den Lappen fortsetzt und schliesslich in den Kanal des Stranges jeder Hälfte einmündet. So kann das Ganze einer traubigen Drüse mit einer Achsenhöhle statt eines gewöhnlichen Ausführungsganges einigermaassen verglichen werden.

Fig. 336.



1. Obere Partie der Thymus eines Schweinsfötus von 2″, der Strang mit hervorsprossenden Läppchen und Drüsenkörperchen. 2. Zellen der Thymusdrüse, meistens vom Menschen. *a* freie Kerne; *b* kleine Zelle; *c* grössere; *d* grosse mit Fetttropfen (vom Ochsen); *e. f* ganz mit Fett erfüllte Zellen, bei *f* ohne Kern; *g. h* concentrische Körper, *g* eine umkapselte kernführende Zelle, *h* ein zusammengesetztes Gebilde dieser Art (Kopie nach *Ecker*).

Indessen dieser Vergleich ist mehr scheinbar, als in der Wirklichkeit begründet. Die, wie wir sehen, in gedrängter Lage neben einander stehenden Drüsenelemente sind von einer feinen homogenen oder schwach streifigen Hülle umzogen, welche den peripherischen Theil eines jeden derselben umgibt und dann zum benachbarten übergeht, und enthalten im Innern ein höchst zartes Zellennetzwerk, dem der *Peyer*'schen Drüsen und Lymphalveolen (§ 248) gleich, ebenso ein zierliches Kapillarnetz feiner Röhren. Auch in der Wand des spiraligen Hauptkanales einer jeden Thymushälfte erhalten sich diese unvollständigen Drüsenkapseln mit gleicher Beschaffenheit wie im Läppchen.

Zwischen dem Zellennetzwerk letzterer, ebenso auch in dem Höhlensystem des Organs, erscheint neben einer klebrigen, weisslichen,

sauer reagirenden Flüssigkeit, welche einen durch Hitze und Säuren gerinnenden Eiweisskörper führt, ein aus Elementarkörnchen, einer Unzahl freier Kerne, sowie aus Zellen bestehender Inhalt (Fig. 336). Die Kerne, in früher Zeit bläschenförmig, sind rundlich und etwa von 0,002 — 0,00444''' messend (*a*). Die Zellen erscheinen sehr verschiedenartig. Ein Theil erinnert an Lymphzellen, ist klein, von 0,00311 — 0,00399''' (*b*); andere 0,00667''' erreichend, sind blass und zart (*c*). In letzteren Zellen beginnt dann als eine Rückbildungserscheinung die Einlagerung von Fetttröpfchen (*d*), welche später, wenn das Organ seinen Höhepunkt überschritten hat, zu einem einzigen, die ganze Zellenhöhle erfüllenden Fetttropfen zusammenfliessen können (*e. f*). Auch ein Verlust des Kerns scheint in der alternden Zelle nicht selten sich bemerklich zu machen (*f*). Endlich kommen, namentlich im alternden Organe (aber auch schon viel früher), in Fettmetamorphose begriffene umkapselte Einzelzellen oder Zellengruppen vor (konzentrische Körper von *Ecker*). Kleinere (*g*) zeigen einen bald mit Körnchen, bald zusammenhängender Fettmasse erfüllten, zuweilen noch kernführenden Zellenrest, umgeben von sehr dicker, konzentrischer, harter Schale und erreichen 0,00753 — 0,00885'''. Grosse, bis zu 0,02632''' messende Körper (*h*) entstehen dadurch, dass um mehrere der einfachen Körperchen nochmals dieselbe konzentrische Auflagerung geschieht[2]).

Die Blutgefässe betreffend, haben wir festzuhalten, dass die arteriellen Gefässe den Hauptgängen entlang verlaufen, diese mit ihren Zweigen durchbrechen, um innerhalb der Zellenbekleidung ihrer Wände und von da in den Läppchen sowie den unvollkommenen Drüsenkapseln letzterer als Kapillaren sich weiter zu verbreiten. Die Anordnung der Venenzweige entspricht der der Arterienäste. Der Blutreichthum des Organs ist im Uebrigen ein hoher. Die weitere Verbreitung der Lymphgefässe in der Thymusdrüse kennt man noch nicht, ebensowenig die Endigung der mit den Arterien eingetretenen Nerven.

Ueber die Mischung unseres Organs finden sich Angaben bei *Simon* und *Friedleben*. Ersterer bekam beim dreimonatlichen Kalbe einen Wassergehalt von circa 77 %, etwa 4 % einer eiweissartigen Substanz (Inhaltsmasse), Spuren von Fett und 2 % Salze.

Es enthält die Thymusdrüse beim Kalbe nach *Gorup*, *Frerichs* und *Staedeler*, sowie *Scherer*[3]) Leucin in reichlicherer Menge, Sarkin und Xanthin, flüchtige Fettsäuren und zwar Essigsäure und Ameisensäure, sowie ferner Bernsteinsäure und Milchsäure. Die Mineralbestandtheile bestehen vorwiegend aus phosphorsauren und Chloralkalien mit Ueberwiegen der Phosphorsäure und des Natrons. Ebenso übertrifft die Menge der Magnesia diejenige der Kalkerde. Schwefelsäure ist nur spurweise vorhanden. Das Ganze erinnert an die Muskulatur (§ 180). Interessant ist die Gegenwart der Ammoniaksalze (*Frerichs* und *Staedeler*[4])).

Die Entwicklungsgeschichte[5]) der Thymusdrüse wurde zuerst von *Simon* aufgeklärt und von *Ecker* bestätigt

Beim Säugethier erscheint sie nach den bisherigen Forschungen in Gestalt eines langen, an den Karotiden gelegenen, geschlossenen Schlauches, erfüllt von Zellen und körniger Inhaltsmasse. Durch eine Aussackung der Wand kommt es zunächst zur Bildung zahlreicher rundlicher Vorsprünge, in welchen die erste Andeutung der späteren Läppchen gegeben ist. Aus ihnen entstehen dann in Wiederholung des Prozesses schliesslich die Drüsenkapseln. Das Höhlensystem verdankt einer nachträglichen Verflüssigung seinen Ursprung. — Fig. 336. 1, die sich entwickelnde Drüse eines zweizölligen Schweinsembryos, kann uns den Vorgang versinnlichen, durch welchen übrigens der Bau zur Zeit der Reife leicht verständlich wird.

Die Rückbildung der Drüse geschieht unter Abnahme des Volumens, des Turgors und des Blutreichthums durch die Fettdegeneration der Zellen, wie wir ihrer schon bei der Inhaltsmasse oben gedacht haben. Auch eine Bindegewebswucherung scheint hierbei stattzufinden. Die Zeit der Rückbildung scheint ziemlich verschieden auszufallen, vom 8ten und 12ten, aber auch 20sten und 25sten Jahre zu beginnen.

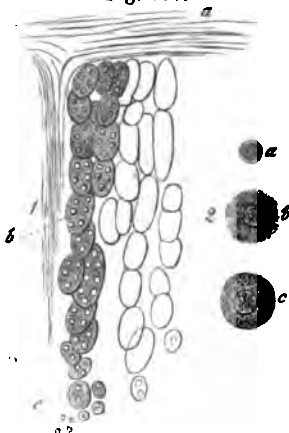
Anmerkung: 1) Vergl. *Haugstedt, Thymi in homine ac per seriem animalium descriptio anatomica. Hafniae* 1832; *Simon, A physiological essay on the thymus gland. London* 1845; *Restelli, De thymo observ. anat.-phys.-pathol. Ticini Regii* 1845; *Ecker's* Artikel: »Blutgefässdrüsen« S. 114 und *Koelliker's* grosses Werk 2. S. 333; *Handfield Jones*, Artikel: »*Thymus gland*« in der Cyclopaedia Vol. 4. p. 1087; *Jendrassik* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 22. S. 75 u. *Friedleben*, Die Physiologie der Thymusdrüse in Gesundheit u. Krankheit. Frankfurt 1858. — 2) Derartige Körperchen scheint zuerst *Hassal* (*The microscopical anatomy of the human body in health and disease. London* 1846. *p.* 46) gesehen zu haben und zwar im Blute. Man vergl. *Ecker* a. a. O. S. 116. — 3) *Gorup* in den Annalen Bd. 89. S. 114 und Bd. 98. S. 1; *Frerichs* und *Staedeler* a. a. O. Bd. 4. S. 89; *Scherer* in den Annalen Bd. 107. S. 314. — 4) Die *Friedleben*'schen Angaben weichen vielfach ab. — 5) *Simon* a. a. O.; *Ecker l. c.* S. 118; man vergl. auch *Koelliker* S. 342; *Remak l. c.* S. 39 und 123.

§ 255.

Die Nebennieren, *Glandulae suprarenales*[1]), erscheinen als paarige Organe, umschlossen von bindegewebiger Kapsel. Sie zeigen eine Differenz der Substanz in anatomischer und wohl auch physiologischer Beziehung. Die Rinde besitzt ein strahliges Ansehen, eine bräunlich oder röthlich gelbe Färbung und eine ziemliche Konsistenz. Im Gegensatze hierzu bemerken wir die grauröthliche Markmasse recht weich und in der Leiche nicht selten zu einem mit Blut untermischten Brei zersetzt.

Die Rinde (Fig. 337. 1) führt in zartem bindegewebigem Stroma (*b*) durchaus geschlossene, von zarter, strukturloser Haut umgebene kleine Drüsenkapseln von rundlicher (*c*) oder länglicher Form (*b*), welche säulen- und reihenförmig, sowie sich theilweise deckend in radialem Verlaufe die Substanz durchziehen. Erstere bilden die grössere Mittelpartie

Fig. 387.



Nebenniere des Menschen. 1 Ein Stück der Rindensubstanz im Verticalschnitt, *a* bindegewebige Hülle, welche sich scheidewandartig nach innen zieht; *b* längliche, *c* runde Drüsenkapseln. 2 Inhaltsmasse der letzteren. *a* Freier Kern, *b* hüllenlose, *c* vollständige Zelle (Kopie nach *Ecker*).

der Rinde, letztere die äusserste und innerste Lage. Der Inhalt ist eine zähflüssige dunkle Masse, in welcher eine Unzahl sehr kleiner, aus Eiweisskörpern bestehender und grösserer fettiger Körnchen uns zunächst entgegentritt. Daneben bemerkt man mit denselben Molekülen erfüllte gekernte Zellen (2. *c*) von rundlicher Form und einer Grösse von 0,008—0,025'''. Dann trifft man ihre Zellenkerne (2. *a*) von 0,004—0,0025''' frei an, wie man auch in Auflösung begriffenen, ihrer Hülle beraubten Zellen (2. *b*) begegnet.

Die Markmasse besteht aus einer bindegewebigen Grundlage, der Fortsetzung des bindegewebigen Stromas der Rinde und aus einer feinkörnigen Substanz, in welcher nach *Koelliker* beim Menschen fast immer zarte, mit schönem bläschenförmigen Kerne und feiner Inhaltsmasse erfüllte Zellen von rundlicher oder strahliger Form zu bemerken sind.

Das Auffallendste der Markmasse aber ist der ausserordentliche Reichthum an Nerven (*Bergmann*), welche bei manchen Säugethieren höchst entwickelte mikroskopische Geflechte hierselbst bilden. Man hat darauf hin an eine Beziehung der Markmasse zum Nervensystem gedacht[2]).

Hinsichtlich der Blutgefässe ist zu bemerken, dass die Vene das Centrum der Markmasse einnimmt, während die zahlreichen peripherisch eintretenden arteriellen Gefässe grössten Theils Kapillarnetze um die Drüsenkapseln bilden, die schliesslich in Venenanfänge der Marksubstanz eingehen. Die Lymphgefässe sind wenig bekannt.

Ueber die Mischung der Nebennieren liegen nur einige Notizen vor. Dieselben enthalten reichlich Leucin und Myelin (*Virchow*[3])). Ebenso sollen bei Pflanzenfressern nach *Cloez* und *Vulpian*[4]) Hippursäure und Taurocholsäure in unserm Organe vorkommen (?). *Vulpian*[5]) traf überdies in der Markmasse noch einen durch das Stehen an der Luft, durch Jodlösung und Eisensalze sich färbenden Körper an, dessen Existenz *Virchow* bestätigt.

Die physiologische Bedeutung der Nebenniere ist gänzlich in Dunkel gehüllt[6]).

Die Entwicklung[7]) geschieht gleichzeitig mit der Niere, aber unabhängig von letzterer, aus Zellen des mittleren Keimblattes. Höchst eigenthümlich ist der Umstand, dass bei sehr kleinen menschlichen Früchten die Nebennieren anfänglich die Nieren an Massenhaftigkeit übertreffen,

dann etwa mit der zwölften Woche letzteren gleichgross getroffen werden, um von da an mehr und mehr zurückzubleiben. Die Gewebeentwicklung bedarf näherer Studien. Ein Hervorgehen der Drüsenkapseln aus Zellen, woran man gedacht, ist zur Zeit nicht mehr wahrscheinlich.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Bergmann, Dissertatio de glandulis suprarenalibus. Gottingae* 1839; *Ecker*, der feinere Bau der Nebennieren etc. Braunschweig 1846, sowie im Artikel: »Blutgefässdrüsen« S. 128; *Frey*, Artikel: »*Suprarenal capsules*« in der Cyclopaedia Vol. 4. p. 827; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 377 und *Werner, De capsulis suprarenalibus. Dorpati* 1857. *Diss.* — 2) Es ist dieses zuerst von *Bergmann* geschehen, welcher mehrere Nachfolger fand. — 3) Dessen Archiv Bd. 12. S. 486. — 4) *Comptes rendus Tome* 45. *p.* 340. — 5) *Comptes Tome* 43. *p.* 663 und *Gaz. méd. de Paris* 1856. No. 24; *Virchow* im Archiv Bd. 12. S. 481. — 6) Die angeblichen Resultate der Physiologie (*Brown-Séquard*) und Pathologie (*Addison*) wurden bald als Fabeln erkannt. — 7) *Remak l. c.* S. 110; *Ecker* a. a. O. Bei Thieren kommt diese transitorische Präponderanz der Nebenniere nicht vor.

4. Der Harnapparat.

§ 256.

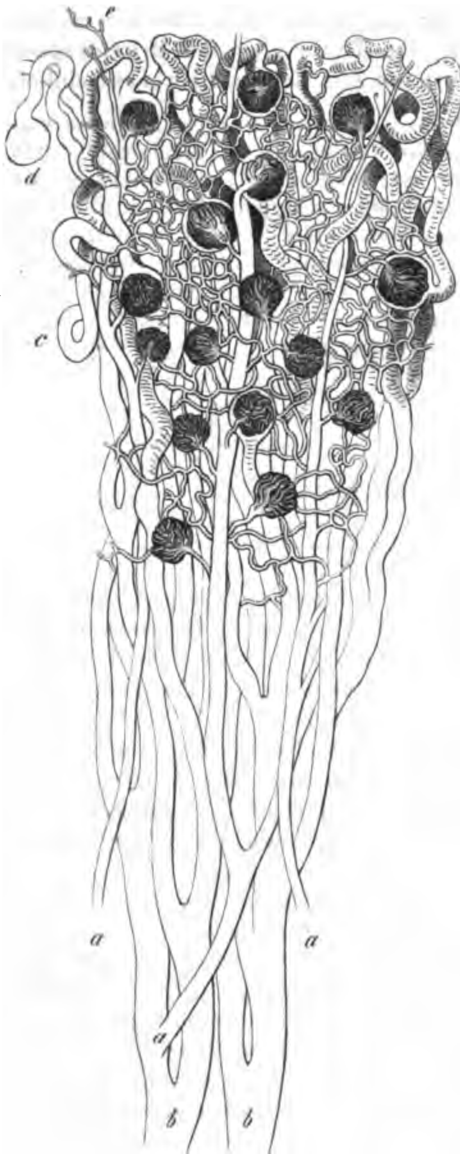
Der Harnapparat besteht bekanntlich aus einer paarigen, den Urin bereitenden Drüse, der Niere, und dem System ausführender Gänge. Diese werden gebildet von den Harnleitern, welche sich in ein gemeinschaftliches Reservoir, die Blase, einsenken, aus der die schliessliche Wegfuhr durch die Harnröhre geschieht.

Die Niere, *Ren*[1]), ein grosses bohnenförmiges Organ mit glatter Oberfläche, ist überzogen von einer nicht dicken, aber festen bindegewebigen Hülle, *Tunica propria*, welche am Hilus (wo der Harnleiter abtritt und die Gefässe sich einsenken) auf die Aussenfläche der Nierenkelche übergeht.

Das Nierengewebe zeigt zweierlei Substanzen. Man unterscheidet eine äussere, braunrothe, die Rindensubstanz, ohne bestimmtes Gefüge und eine innere, blassere, die Markmasse, welche ein radienartiges, faseriges Ansehen dem unbewaffneten Auge darbietet. Dieselbe besteht aus einer (10—15 betragenden) Anzahl kegelförmiger Stücke, die ihre Basen der Rinde zukehren und mit ihren Spitzen gegen den Hilus zusammenstreben. Man hat ihnen den Namen der *Malpighi*'schen Pyramiden gegeben und sie wieder in die zahlreichen kleineren *Ferrein*'schen zerlegt (wovon alsbald die Rede sein wird). Zwischen den Seiten der Pyramiden des *Malpighi* erstreckt sich scheidewandartig die Rindenmasse herab (*Columnae Bertini*).

Trotz ihres differenten Ansehens bestehen die beiderlei Substanzen unseres Organs aus den gleichen Drüsenelementen, nämlich langen, sich theilenden Kanälen oder Röhren, den sogenannten Harnkanälchen, *Tubuli uriniferi* (*Bellini*'schen Röhren). Dieselben (Fig. 338) halten

Fig. 338.



Schematische Darstellung der Harnkanäle mit dem gestreckten Verlaufe im Mark *b*, dem gewundenen in der Rinde *c*, den Endigungen jener in kolbige Anschwellungen *c*, sowie den Arterien *a*, ihren Ausläufern *e*, den *Malpighi*'schen Gefässknäueln und den von letzteren abgehenden Kapillaren (nach einer *Müller*'schen Zeichnung).

jedoch in der Markmasse eine regelmässige, mehr parallele Richtung unter spitzwinkligen Theilungen ein (*b. b*), während sie in der Rinde unter ausserordentlich zahlreichen Windungen über und neben einander verlaufen (*c*) und hier mit kolbigen Erweiterungen (*d*) blind endigen. Das verschiedene Gefüge, welches an beiderlei Substanzen des Nierengewebes erscheint, wird also hiernach begreiflich. Es würde nun eigentlich das System der Harnkanälchen von seinen Anfängen in der Rinde aus zu verfolgen sein. Der Bequemlichkeit aber halten wir (in üblicher Weise) den umgekehrten Gang ein und beginnen von den Ausmündungen. Dafür müssen wir aber zu den *Malpighi*'schen Pyramiden zurückkehren.

Die kegelförmigen, nach innen vorspringenden Spitzen derselben, welche Nierenwarzen, *Papillae renales*, genannt werden, sind von einer Menge von Oeffnungen siebartig durchlöchert, aus welchen der Harn hervorsickert. Man rechnet beiläufig für eine jede dieser Papillen 4—500 und mehr derartiger feiner Löcher.

Hier beginnen nun die Harnkanälchen als 0,1 — 0,06667‴ im Quermesser haltende Röhren, um meistens mit der Zahl zwei unter sehr spitzen Winkeln rasch auf einander folgende Theilungen zu

erfahren, wobei sie auf 0,03333, 0,025—0,01429‴ und weniger herabsinken (*b. b*).

Indem so von einem einzigen Kanälchen reiserartig ein ganzes Astsystem durch die Markmasse ausstrahlt und gegen die Rinde hin die Blutgefässe eine unvollkommene Trennung benachbarter Astsysteme anbahnen, konnte man die *Malpighi*'schen Pyramiden wiederum in höchst zahlreiche sekundäre, pyramidale Partieen zerlegen, welche den Namen der *Ferrein*'schen Pyramiden tragen und sich auch noch durch die Kortikalsubstanz erkennen lassen.

Fig. 339.



1 Harnkanälchen d. menschlichen Niere in der seitlichen Ansicht mit Zellen ausgekleidet *a* und *b*, sowie fast leer von Zellen *c*. 2 Querschnitte durch einige Kanälchen des Marks. 3 Die Drüsenzellen isolirt.

Die feinere Analyse zeigt uns in dem Mark jedes Harnkanälchen aus einer zarten homogenen glasartigen *Membrana propria* von 0,0005 bis gegen 0,00083‴ hergestellt und mit einem einfachen Ueberzuge rundlich-polygonaler gekernter Drüsenzellen bekleidet (Fig. 339. 1. *a. b. c*). Letztere (3), 0,004—0,008‴ gross, besitzen, umhüllt von zarter vergänglicher Zellenmembran, einen feinkörnigen, eiweissartigen Inhalt, zu welchem einzelne Fettkörnchen häufige Zumischungen bilden. Wie bei anderen Drüsen begegnet man auch hier oftmals ausgedehnten Zerstörungen dieser Gebilde. Verbunden sind hier wie in der ganzen Niere die Kanälchen durch ein spärliches, nicht fibrilläres Bindegewebe, was besonders an Querschnitten (Fig. 339. 2) deutlich wird[2]).

Anmerkung: 1) Vergl. *Bowman* in den *Phil. Transact.* 1842 *p.* 57; *Ludwig's* Artikel: »Niere« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 628; *Johnston's* Artikel: »*Ren*« in der Cyclopaedia Vol. 4. p. 231; *Gerlach's* Handbuch S. 348; *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 347; *Frerichs*, die *Bright*'sche Nierenkrankheit etc. Braunschweig 1851; *Ecker's Icon. phys. Tab.* 8. Man s. ferner *Gerlach* in *Müller's* Archiv 1845 S. 378 und 1848 S. 102; *Bidder* ebendaselbst 1845 S. 508; *Hyrtl* in der Zeitschrift der Wiener Aerzte 1846 Bd. 2. S. 381; *Patruban*, Prager Vierteljahrschrift Bd. 15. S. 87; *v. Wittich* in *Virchow's* Archiv Bd. 3. S. 142; *Hessling*, Histologische Beiträge zur Lehre von der Harnabsonderung. Jena 1851; *Virchow* in s. Archiv Bd. 12. S. 310. — 2) *Beer*, die Bindesubstanz der menschlichen Niere. Berlin 1859.

§ 257.

Die Harnkanälchen bewahren jene im vorigen § geschilderten Texturverhältnisse mit unwesentlichen Modifikationen auch in der Kortikalschicht; ihr Verlauf wird dagegen, wie wir bereits wissen, ein anderer (Fig. 338). Alle einem *Ferrein*'schen Systeme angehörigen Röhren nämlich beginnen jetzt die gestreckte Richtung zu verlassen (die peripherischen, wie es scheint, meistens früher als die in der Achse der *Ferrein*'schen

Fig. 340.



Aus der Rindensubstanz der menschlichen Niere (Kopie nach *Bowman*). *e* Die gewundenen Harnkanälchen, übergehend in die kuglig. Endanschwellungen (*Bowman*'schen Kapseln) bei *d*. Bei *a* ein Arterienstämmchen mit den in letztere tretenden Aestchen (*Vasa afferentia*) *b*, dem Gefässknauel (*Glomerulus*) *c*¹, welcher nach Zersprengung der Kapsel frei geworden ist (bei *c** ein unvollständig gefüllter) und dem ausführenden Gefässe (*Vas efferens*) bei *c*.

Pyramide befindlichen), um nun auf das Manchfachste sich durch einander zu winden und zu schlängeln, so dass man sie nur über kürzere Strecken in dieser verwirrenden Anordnung verfolgen kann (Fig. 338. *c*. und Fig. 340. *e*.). Schliesslich gehen, wie man durch *Bowman* weiss, alle Harnkanälchen[1]) und zwar meistens mit halsartiger Verengerung in kuglige Endanschwellungen von 0,0625—0,1''' Durchmesser, die *Bowman*'schen Kapseln, aus (Fig. 338 *d*, Fig. 340. *d*). Diese Kapseln liegen vorzugsweise an der Peripherie der *Ferrein*'schen Pyramiden und erhalten die unvollkommene Abgrenzung jener, unterstützt durch die an sie tretenden Gefässe. — Zu den letzteren gehen wir jetzt über.

Bekanntlich ist die Niere, wie es am Ende auch die massenhafte Harnsekretion erfordert, ein sehr blutreiches Organ. Beim Eintritt an den Hilus theilt sich die Nierenarterie in mehrere Aeste, welche in den Interstitien benachbarter *Malpighi*'scher Pyramiden gegen die Rinde verlaufen. Hier treten wiederholte Theilungen auf, so dass arterielle Röhren von etwa 0,1—0,08333''' zwischen den Gruppen der gewundenen Harnkanälchen bemerkt werden (Fig. 340. *a*).

Aus ihnen entspringen eine Menge seitlicher Zweige mit einem Quermesser von 0,01—0,02''' (*Vasa afferentia*) (*b*), welche in die *Bowman*'schen Kapseln treten und hier den schon früher (§ 208) erwähnten *Malpighi*'schen Gefässknäuel oder *Glomerulus* bilden (c^1). Es sitzen deshalb an injizirten Präparaten derartige Gefässkonvolute an dem Zweigsysteme eines Arterienstämmchens, wie Weinbeeren an ihrem Stiele auf. Mit der Abgabe dieser zahlreichen Aestchen für die *Glomeruli* pflegen unsere Arterienstämmchen in der Regel ganz aufzuhören und nur hier und da noch mit sparsamen dünnen Röhren weiter gegen die Oberfläche vorzudringen (Fig. 338. *e*).

Der *Glomerulus* selbst besteht nur bei niedrigen Wirbelthieren, wie

z. B. der Ringelnatter (Fig. 342. *c*) in einfacher Weise aus mehreren Windungsgängen des in die Kapsel eingetretenen Gefässes (*a*), welches schliesslich letztere wieder verlässt (*Vas efferens*) und hierbei meistens einen geringeren Quermesser als beim Eintreten darbietet (*b*).

Fig. 341.



Gefässknauel der menschlichen Niere in schematischer Darstellung nach *Bowman*. *a* Arterielles Stämmchen, *b* *Vas afferens*, bei *c* zum *Glomerulus* werdend, umgeben von dem kolbig erweiterten Endtheile des Harnkanales *d*. Das ausführende Gefäss des *Glomerulus* senkt sich bei *e* in das Kapillarnetz um das Harnkanälchen ein; *f* Venenanfang.

Fig. 342.



Aus der Niere der Ringelnatter (nach *Ecker*). *a* *Vas afferens*, *c* *Glomerulus*, *b* *Vas efferens*, *d* der Ueberzug wimpernder Zellen an der Uebergangsstelle in das Harnkanälchen *e*.

Komplizirter gestaltet sich dagegen der Bau des *Glomerulus* bei den Säugethieren und dem Menschen. Hier (Figg. 340. c^1. 341. *c* und 343. *m*) zerfällt das eintretende arterielle Stämmchen (*b*) unter spitzwinkligen Theilungen in mehrere feinere Röhren von etwa 0,005‴, welche dann, ohne weitere Verbindungen mit einander, jedes für sich verwandte Windungen erleiden, wie in der Froschniere das ungetheilte Gefäss, und schliesslich in ähnlicher Weise wiederum zusammenstossend das gleichfalls engere *Vas efferens* zusammensetzen (*e*). Ein- und Austrittsstellen der Gefässe pflegen gewöhnlich nahe beisammen zu liegen (Fig. 340. *b*. *c*).

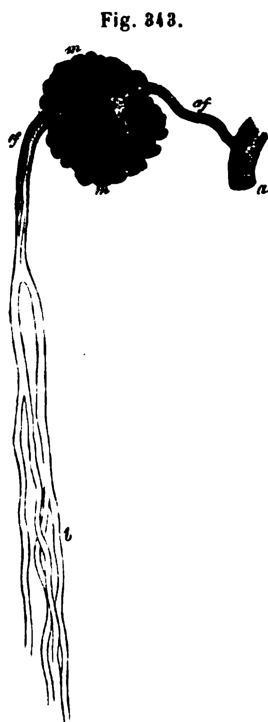
Höchst schwierig zu ermitteln ist die Verbindungsweise des *Glomerulus* mit der Kapsel. Einmal glaubte man, dass die Gefässe die Wand der letzteren durchbohren, so dass der Knauel ganz nackt in der Kapselhöhle gelegen sei. Andere Forscher hielten meistens diese Perforation der Kapsel aufrecht, erkannten aber die den *Glomerulus* überkleidende Zellenschicht. Eine dritte Auffassung lässt die Kapselwand eine Einstülpung über den Gefässknauel erfahren (etwa wie die Pleura um die Lunge). Nach eigenen Untersuchungen halte ich letztere Erklärung für die richtige, wie sie auch mit den Entwicklungsvorgängen am besten zu vereinigen ist. Im Uebrigen geht der Ueberzug des *Glomerulus* kontinuirlich in eine glashelle Verbindungssubstanz zwischen den Gefässwindungen über [2]). Bei Mensch

und Säugethier werden die halsartige Verbindungsstelle des Harnkanälchens mit der Kapsel, die Innenfläche dieser und die hereinragende Partie des *Glomerulus* von den gleichen nur etwas kleineren Drüsenzellen bekleidet, wie die Harnkanälchen. Bei niederen Wirbelthieren (Fig. 342) zeigt die Eingangsstelle in die Kapsel einen Ueberzug flimmernder Zellen mit ungewöhnlich vergänglichem Wimperspiel (*d*).

Die aus der Kapsel hervortretenden *Vasa efferentia*, deren Dicke zu 0,0589—0,01‴ angenommen werden kann, setzen die durch die Bildung des *Glomerulus* unterbrochene arterielle Verzweigung weiter fort und lösen sich schliesslich in das eigentliche Kapillarnetz unseres Organs auf. Dieses ist ein doppeltes, eins für die gewundenen Harnkanälchen der Rinde und ein anderes für die gestreckten des Marks. Beiderlei Netze sind kontinuirliche und gehen im Uebrigen an der Grenze der zwei Nierensubstanzen in ausgedehnter Weise in einander über.

Die meisten *Vasa efferentia* (Fig. 338 und Fig. 341. 343) zerfallen nach kürzerem Verlaufe in Haargefässe von etwa 0,00333‴ Dicke, welche ein ziemlich dichtes, die Windungen der Harnkanälchen umspinnendes Netzwerk mit verlängerten Maschen bilden.

Fig. 343.



Ein tief gelegener *Glomerulus* der Pferdeniere. *a* Arterienstämmchen; *af Vas afferens*; *m* Gefässknauel; *ef* ausführendes Gefäss des letzteren, bei *b* sich in Zweige für die Harnkanälchen der Markmasse theilend. Nach *Bowman*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Verhältnissmässig viel geringer ist die Zahl der *Vasa efferentia*, welche das Netzwerk der Markmasse herstellen (Fig. 343), indem nur diejenigen der untersten, tiefsten und zugleich grössten *Malpighi*'schen Körperchen sich hierbei betheiligen. Diese (*e. f*) verlaufen nämlich in längerem Verlaufe gestreckt nach abwärts und lösen sich in ein viel weitmaschigeres und gestreckteres Kapillarnetz (*b*) um die regelmässig geordneten Harnkanäle auf[3]).

Die Venen beginnen einmal an der Oberfläche des Organs mit sternförmig zusammentretenden Wurzeln, dann in der ganzen Rinde aus dem rundlichen Haargefässnetze letzterer, so dass Stämmchen entstehen, welche den die *Vasa afferentia* tragenden Arterienästen korrespondiren und sich gleich diesen zu grösseren Gefässen vereinigen. Endlich sammelt sich das Blut aus den Haargefässnetzen der Marksubstanz gegen die Spitzen der

Pyramiden zu venösen Wurzeln. Diese münden später in die durch die Nierensubstanz herunter steigenden Venen ein.

Die Lymphgefässe sind ziemlich spärlich in unserm Organe vorhanden. Sie laufen mit den Blutgefässen durch das Nierenparenchym. Ferner will man äusserliche Lymphgefässe in der Nierenhülle gefunden haben.

Die Nerven der Niere, sympathischer Natur und aus dem *Plexus renalis* stammend, dringen mit der Arterie ein. Sie sind in Verlauf und Endigungen noch nicht näher gekannt. Ob sie die Absonderung nach Art der Speicheldrüsen bestimmen, ist nicht ermittelt.

Anmerkung. 1) Von der Anzahl der Harnkanälchen in der Rinde einer Niere kann eine *Huschke*'sche Berechnung eine Vorstellung gewähren, wornach sich 2,400,000 ergeben (Lehre von den Eingeweiden und Sinnesorganen des menschlichen Körpers. Leipzig 1844. S. 316). — 2) *Bowman* nahm eine ganz nackte Einlagerung des *Glomerulus* in der Höhle der Kapsel irrig an. Das Epithelium wurde später bald erkannt; dagegen läugnet die Mehrzahl der Forscher, wie *Gerlach*, *Wittich*, *Koelliker* die Einstülpung der Kapselmembran um den Gefässknauel, welche Andere, wie *Bidder* und *Reichert*, vertheidigten. An Hundenieren glaube ich mehrmals diese Bildung mit aller Schärfe gesehen zu haben. — 3) Dieses stellt *Virchow* (Archiv Bd. 12. S. 310) neuerlich in Abrede. Nach ihm sollen die arteriellen Röhren für das Kapillarnetz der Markmasse direkt aus Arterienzweigen, welche ebenfalls *Malpighi*'sche Körperchen tragen, entstehen.

§ 258.

Die Niere, deren spezifisches Gewicht zu 1052 angenommen wird, besitzt nach den Untersuchungen von *Frerichs*[1]) einen Wassergehalt von 82—83,70%. Unter den 18—16,30% fester Bestandtheile macht Albumin den grössten Theil aus. Der Fettgehalt beträgt 0,1—0,63%.—Was die Mischungsverhältnisse der Drüsenelemente betrifft, so bietet die *Membrana propria* das Verhalten der elastischen Substanz dar, während der Inhalt und die ganze Substanz der Zellen als eiweissartig angesehen werden müssen. Fettmoleküle des Zelleninhaltes erklären den Fettgehalt des Organs, welcher ziemlich wechselt.

Interessant sind die in der Nierenflüssigkeit aufgefundenen Zersetzungsprodukte. Dieselbe zeigt reichlich Leucin (*Staedeler*), ferner Inosit und beim Ochsen Sarkin (oder Xanthin), sowie Cystin und Taurin (*Cloëtta*[2])). Die meisten dieser Körper können in den Harn übergehen.

Der Harn, *Urina*[3]), ist bestimmt einen grossen Theil des in den Körper aufgenommenen Wassers wegzuführen, ebenso die wesentlichen Umsetzungsprodukte der histogenetischen Stoffe, sowie überschüssiger, mit der Nahrung aufgenommener Eiweisskörper, endlich die bei dem Stoffwechsel frei werdenden Mineralbestandtheile oder die überschüssig eingeführten Salze. Er wird hiernach, was Menge, Wässrigkeit und sonstige chemische Zusammensetzung betrifft, einen bedeutenden Wechsel schon unter normalen Lebensverhältnissen erfahren müssen,

eine Differenz, welche bei pathologischen Zuständen, bei dem Gebrauche von Arzneistoffen (die theilweise auch durch die Niere abgeschieden werden) sich noch um ein Namhaftes steigern kann.

Frisch entleert stellt der normale Urin des Menschen eine sauer reagirende, klare, leicht gelbliche Flüssigkeit dar von salzig bitterem Geschmack und einem eigenthümlichen Geruch. Sein spezifisches Gewicht schwankt nach dem grösseren oder geringeren Wassergehalte bedeutend und kann ungefähr zwischen 1005—1030 angenommen werden. Die Menge des Harns in dem Zeitraum eines Tages ist verschieden. Sie pflegt 1000 Grms. zu übertreffen und etwa zwischen 12—15 und 1800 Grms. zu liegen.

Beim Abkühlen bildet der normale Harn gewöhnlich ein leichtes Wölkchen, bestehend aus dem zugemischten Schleime der Harnwege, namentlich der Blase und mit den charakteristischen Plattenepithelien dieser Theile, sowie einzelnen Schleimkörperchen.

Die wesentlichen Bestandtheile des Urins, welcher seine saure Reaktion vorzüglich der Gegenwart von saurem phosphorsauren Natron verdankt, sind nach dem jetzigen Zustande des Wissens folgende: Harnstoff, Kreatin und Kreatinin, Harnsäure, Hippursäure, Phenyl- und Taurylsäure, Extraktiv- und Farbestoffe und Salze. Möglicherweise stellen konstante Harnbestandtheile noch Oxalsäure (gebunden an Kalk), Sarkin, Xanthin und Guanin dar. Die Gesammtmenge der festen Stoffe schwankt sehr im Laufe eines Tages, etwa mit 40—70 Grms.

Der Harnstoff (§ 41) erscheint in einer ansehnlichen, 2,5—3% betragenden Menge oder in dem Zeitraum eines Tages mit 25—40 Grms. Indessen sind dieses nur ungefähre Mittelzahlen. Seine Quantität erhöht sich bei Muskelanstrengungen und reichlicher animalischer Diät (52—53 Grms.), um bei Pflanzennahrung oder völliger Abstinenz beträchtlich (15 und weniger) herabzusinken (*Lehmann*). Der Harnstoff ist das wichtigste Umsatzprodukt stickstoffhaltiger Gewebebestandtheile oder überschüssiger, mit der Nahrung eingeführter und bis zur Blutbahn gelangter Eiweisskörper[4]). Er scheint manchfach erst aus der Harnsäure hervorzugehen, wofür die Beobachtung von *Wöhler* und *Frerichs* spricht, dass in die Blutbahn eingeführte Harnsäure die Menge des Harnstoffs im Urin steigert (§ 47). Aber auch das Kreatin dürfte eine Vorstufe bilden (§ 37). Ebenso erhöhen manche Basen, in den Körper gebracht, die Menge unseres Stoffes im Urin, so Glycin, Guanin, Alloxantin, Thein.

Die Menge der Harnsäure (§ 47) ist eine weit geringere, etwa in roher Mittelzahl 0,1% und für den Tag 0,9—0,5, aber auch nur 0,2 Grms. betragend[5]). Sie steigt und sinkt ebenfalls in analoger, wenngleich nicht so erheblicher Weise unter den beim Harnstoff berührten Verhältnissen. Stark erhöht trifft man sie vielfach bei Verdauungsstörungen, Fiebern und Respirationskrankheiten, eine Zunahme, die zum Theil der eben vorgetragenen Ansicht über ihre Bedeutung als einer Vorstufe des Harnstoffs eine neue Stütze gewährt. Man nimmt die Harnsäure als saures harnsaures Natron im Urin an und zwar in Lösung gehalten durch

das saure phosphorsaure Natron. Die Schwerlöslichkeit der Harnsäure und ihrer Salze gibt zu manchfachen Sedimenten Veranlassung. So sehen wir, dass schon beim Erkalten aus einem saturirten Harn ein rosen- oder ziegelartig gefärbtes Sediment von harnsaurem Natron ausfällt.

Die Hippursäure (§ 48), welche unter gewöhnlichen Verhältnissen im menschlichen Urin als Zersetzungsprodukt stickstoffhaltiger Körperbestandtheile vorkommt, scheint wenigstens eine der Harnsäure nahe kommende Menge zu erreichen oder noch beträchtlich höher auszufallen[6]).

Der menschliche Harn führt ausserdem Phenylsäure und Taurylsäure (§ 51) in sehr geringer Menge (*Staedeler*)[7]).

Oxalsaurer Kalk, wie schon bemerkt, ist möglicherweise in kleiner Quantität ebenfalls normaler Harnbestandtheil. Interessant ist das häufige Erscheinen der Oxalsäure bei der Zersetzung der Harnsäure (S. 75[8])). Ebenso scheint sie bei der sauren Harngährung zu entstehen.

Mit dem Charakter von Zersetzungsprodukten stickstoffhaltiger Körperbestandtheile erscheinen ferner Kreatin und Kreatinin (§ 37 und 38). Die Menge der ersteren Base ist geringer als diejenige des Kreatinins, aus welchem letzteren jenes vielleicht nachträglich im Urin erst hervorgegangen ist.

Ein dem Sarkin höchst ähnlicher Stoff, welcher aber auch Guanin oder Xanthin sein kann (§ 42) wurde von *Strecker* im Harn gefunden. Guanin dürften früher schon *Strahl* und *Lieberkühn*[9]) getroffen haben.

Die Extraktivstoffe sind theils Umsatzprodukte des Organismus, theils auch wohl mit den Nahrungsmitteln zusammenhängend. Ihre tägliche Menge wechselt von 8—12 und 20 Grms. und mehr. Nach *Lehmann*'schen Untersuchungen ist sie bei thierischer Nahrung am geringsten, bei vegetabilischer am grössten.

Von den färbenden Materien war schon früher (§ 54) die Rede. Interessant ist der Nachweis eines blauen Pigmentes, des Indigos oder Uroglaucins[10]).

Die Mineralbestandtheile des Harns sind bei der Natur dieser Flüssigkeit in ihren Quantitäten sehr variabel. Ihre Menge in 24 Stunden kann zwischen 10—25 angenommen werden. Dieselben bestehen aus Chloralkalien und zwar fast ganz der Natronverbindung, dem Kochsalz, welches prozentisch zu 1—1,5 erscheint und dessen tägliche Menge im Mittel nach *Bischoff* 14,73 Grms. beträgt, aber auf 8,64 herabsinken und auf 24,84 Grms. aufsteigen kann. Gering ist die Menge des Chlorkaliums. Chlorammonium scheint spärlich ebenfalls vorzukommen[11]). Ferner enthält der Urin phosphorsaure Salze, namentlich saures phosphorsaures Natron, dann phosphorsaure Kalk- und Talkerde. Die Quantität des täglichen Phosphorsäureverlustes durch die Nieren beträgt 3,8—5,2 Grms. (*Breed*[12])). Die Menge der Phosphorsäure nimmt während des Schlafes ab. Dann finden wir schwefelsaure Alkalien. Die Quantität der täglich ausgeschiedenen Schwefelsäure traf *Vogel* im Mittel 2,094 Grms. Nach *Lehmann* steigt die Menge letzte-

rer Salze mit animalischer Kost und sinkt bei pflanzlicher Ernährung. Endlich besitzt der Harn Spuren von Eisen und Kieselerde, sowie an Gasen Kohlensäure und Stickgas.

An nicht konstanten, abnormen und pathologischen Bestandtheilen des Urins (sehen wir ab von zufälligen) haben wir besonders festzuhalten: Albumin (bei manchfachen Krankheiten), Traubenzucker (bei Diabetes), Inosit (Diabetes und *Bright*'sche Krankheit[13]), Milchsäure (ein häufiger Bestandtheil des normalen Harns, ebenso bei saurer Gährung entstehend), Fette, Buttersäure, Gallensäuren (§ 49), Gallenpigmente (§ 55), Xanthin (nur sehr selten als Bestandtheil von Harnsteinen getroffen), Cystin (theils gelöst, theils krystallinisch und in Konkretionen), Leucin und Tyrosin (bei verschiedenen Krankheiten[14]). — Allantoin (§ 43), ebenfalls ein künstliches Zersetzungsprodukt der Harnsäure, trafen *Frerichs* und *Staedeler* bei Athembeschwerden im Harn der Hunde[15]). Benzoesäure (§ 32) ist Fäulnissprodukt der Hippursäure, Essigsäure erzeugt sich bei der sogenannten sauren Harngährung.

Harn, welcher eine Zeit lang der Luft ausgesetzt dasteht, erleidet zunächst mehrere Tage lang eine saure Gährung[16]), wobei sich Milch- oder Essigsäure, wie eben bemerkt, bilden, die saure Reaktion zunimmt und die durch Harnfarbestoffe kolorirten Krystalle freier Harnsäure sich ausscheiden. Ebenso kommt es sehr häufig noch zu einer Absetzung von Krystallen des oxalsauren Kalks.

Neben dieser sauren Gährung bemerkt man noch eine zweite, die alkalische, hervorgerufen durch die Zerspaltung des Harnstoffs in Kohlensäure und Ammoniak (§ 41). In der Regel reiht sie sich nach kürzerer oder längerer Zeit an die saure an, wobei die saure Reaktion der Flüssigkeit in die neutrale übergeht und dann der alkalischen weicht. Hierbei entfärbt sich der Harn etwas, wird übelriechend, trübt sich, setzt an der Oberfläche ein weisses Häutchen und am Boden ein weissliches Sediment ab. Dieses besteht aus Krystallen der phosphorsauren Ammoniakmagnesia (§ 60) und des harnsauren Ammoniumoxyds (§ 47). Es kann indessen zu dieser alkalischen Gährung schon sehr bald nach der Entleerung, ja noch beim Verweilen des Harns in der Blase kommen.

Anmerkung: 1) *Frerichs*, die *Bright*'sche Nierenkrankheit S. 42. — 2) *Cloëtta* a. a. O. S. 215. — 3) *Becquerel*, *Séméiotique des urines. Paris* 1841 (übersetzt von *Neubert*. Leipzig 1842); *Lehmann*'s Artikel: »Harn« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 1, dessen physiol. Chemie Bd. 2. S. 341 und Zoochemie S. 306; *Neubauer* und *Vogel*, Anleitung zur Analyse des Harns. Wiesbaden 1858, 3te Aufl. — 4) *Bischoff*, der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels. Giessen 1853. — 5) Beim Schwein, Löwen und Hund fehlt die Harnsäure. Im Urin letzteren Thieres entdeckte *Liebig* eine besondere Säure, die Kynurensäure; s. Annalen Bd. 86. S. 125 u. Bd. 108. S. 354. — 6) *Hallwachs*, Annalen Bd. 106. S. 164 u. *Weissmann* bei *Henle* u. *Pfeufer*, 3te R. Bd. 3. S. 331. — 7) Im Kuhharn traf *Staedeler* noch Damalur- und Damolsäure (§ 28). — 8) Harnsaure Salze in das Blut eingespritzt steigern, wie den Gehalt an Harnstoff, so auch den an Oxalsäure (§ 34). — 9) S. deren Schrift: Harnsäue im Blute etc. Berlin

1848. S. 112. Im Harn der Vögel kommt Guanin als normaler Bestandtheil vor. — 10) Die spiessigen Krystalle des Uroglaucins (*Funke's* Atlas, 2te Aufl. Taf. 8. Fig. 1) scheinen nach hier gemachten Erfahrungen eine durch das blaue Pigment gefärbte Harnsäure zu sein. Der von *Sicherer* gefundene und für Indigo erklärte blaue Farbestoff des Harns (§ 54) ist es wirklich und gleich Uroglaucin (*Kletzinsky*, Wiener med. Wochensch. 1859. S. 534). — 11) *Neubauer* in *Erdmann's* Journal Bd. 64. S. 177 u. 278. Ueber Trimethylamin im Harne s. § 36. — 12) Annalen Bd. 78. S. 150. — 13) Nach *Brücke* sollte Traubenzucker sogar normaler Harnbestandtheil sein (Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. 29. S. 346). Für den Inosit s. *Cloëtta l. c.* und *Neukomm*, Ueber das Vorkommen von Leucin, Tyrosin und anderer Umsatzstoffe im menschlichen Körper bei Krankheiten. Zürich 1859. Diss. — 14) *Frerichs* und *Staedeler* in den Züricher Mitth. Bd. 4. S. 92. — 15) a. a. O. Bd. 8. S. 462. Allantoin ist im Uebrigen, wie im chemischen Theile bemerkt, Bestandtheil des Kälberharns. — 16) *Scherer*, Annalen Bd. 42. S. 171.

§ 259.

Die Betrachtungen des vorhergehenden § haben gelehrt, dass die Hauptbestandtheile des Urins als solche schon im Blute vorhanden sind und nicht erst in der Niere (nach Art der Galle in der Leber) gebildet werden. Der Vorgang der Harnabsonderung steht deshalb einem Filtrationsprozesse viel näher, ohne dass er jedoch einem solchen gleichgesetzt werden kann, da manche Plasmabestandtheile durch die Nierenkapillarsn nicht hindurch treten und die Mengenverhältnisse der passirenden andere sind, als in der Blutflüssigkeit. Die früher geschilderte Textur der Niere muss die Frage entstehen lassen, von welchem ihrer beiden Kapillarsysteme, demjenigen des *Glomerulus* oder dem die Harnkanälchen umspinnenden Netze, die Absonderung geschieht. Bedenkt man, dass Niere und *Glomerulus* bei den Wirbelthieren Hand in Hand gehen, so wird man gerade auf diese Abtheilung des Gefässsystems für die Urinsekretion den grössten Werth zu legen haben.

Erinnern wir uns, dass bei Mensch und Säugethier das *Vas afferens* in dem *Glomerulus* neben den Windungen auch eine Verzweigung erfährt und dass diese Aestchen nachträglich wieder zu dem engeren *Vas efferens* zusammentreten, so muss einmal in den Windungen des *Glomerulus* bei der Vergrösserung des Querschnittes eine beträchtliche Verlangsamung der Strömung eintreten, die dann einer nachträglichen Beschleunigung im *Vas efferens* Platz zu machen hat, während in dem Kapillarnetz um die Harnkanälchen eine abermalige und stärkere Verlangsamung folgen muss. Die Enge des Abflussrohres (des *Vas efferens*) wird aber zugleich zu einer Stauung des Blutes im *Glomerulus* und somit zu einem erhöhten Seitendruck (der den des zweiten Kapillarsystems bedeutend übertrifft), also zu für die Sekretion günstigsten Verhältnissen führen. Würde sonach der *Glomerulus* als wesentlich harnabsondernder Theil in der Niere zu betrachten sein, so hätten die Zellen der Harnkanälchen die Natur einer indifferenten Epithelialdecke und das die Harnkanälchen umstrickende zweite Kapillarnetz (dessen Blut sicher unter sehr geringem Druck steht)

mehr die Bedeutung eines resorbirenden, welches den durchtretenden Harn eines Theiles seines Wassers wieder berauben müsste (*Ludwig*[1]).

Die Wegleitung des Harns und der Abfluss zu den Oeffnungen der Papillen heraus geschieht ohne muskulöse Beihülfe durch die beständig nachfolgende Sekretion, welche die Flüssigkeitssäule in dem Harnkanälchen vorschiebt.

Die Entstehung der Niere beim Embryo[2]) endlich findet vom untersten Theile des Darmkanals in Gestalt zellenartiger Auswüchse statt und zwar in einer mit der Bildungsgeschichte der Speicheldrüsen, des Pankreas und der Lungen übereinstimmenden Weise, d. h. in Form von Wucherungen der Epithelialzellen, welche von einer Hülle der faserigen Darmwand überkleidet sind. Bei der weiteren Ausbildung sieht man, wie in der sich verdickenden Faserschicht das Epithelialrohr mit grosser Regelmässigkeit sich verzweigt und Aeste erster, zweiter und dritter Ordnung bildet. So entstehen die geraden Harnkanälchen der Markmasse und in Folge weiterer Verästelung der Zellencylinder die gewundenen Röhrchen der Rinde. Anfangs sind alle Zellencylinder solide und ohne umgebende *Membrana propria*. Letztere tritt erst nachträglich auf und ebenso beginnt eine Höhlung in der Achse der sich bildenden Harnkanälchen zu erscheinen. Die *Glomeruli* dürften unabhängig von ihren Kapseln entstehen und erst nachträglich von dem sich verlängernden und verbreiterten Ende des Harnkanälchens in einer leicht verständlichen Weise umwachsen werden. Eine Neubildung von Harnkanälen nach der Geburt findet nicht statt.

Anmerkung: 1) *Ludwig* im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 637; s. auch dessen Physiologie Bd. 2. S. 254 und *Donders'* Physiologie S. 467. Nach der Ansicht *Bowman's* (a. a. O. p. 73) sondern die *Glomeruli* vorzugsweise das Wasser ab und die Drüsenzellen der Harnkanälchen enthalten die aus dem Blute entnommenen festen Harnbestandtheile, welche das vorbeiströmende Harnwasser auswäscht. — 2) *Remak* a. a. O. S. 121.

§ 260.

Die Harnwege beginnen mit den Nierenkelchen (*Calices renales*) und dem Nierenbecken (*Pelvis renalis*). Diese zeigen eine äussere bindegewebige Haut, eine mittlere Lage sich kreuzender glatter Muskeln, die in den Kelchen noch wenig entwickelt ist, eine innere Schleimhaut mit glatter Oberfläche und ein geschichtetes Epithelium pflasterförmiger Zellen, unter welchen solche mit Ausläufern und Spitzen auffallen.

Der Ureter behauptet denselben Bau, nur wird die aus äusseren longitudinalen und inneren circulären Fasern bestehende Muskelschicht stärker und nach abwärts kommt noch eine dritte innerste, abermals längslaufende Lage glatten Muskelgewebes hinzu.

Bekanntlich senken sich die Harnleiter in ein rundliches Divertikel, die Harnblase, *Vesica urinaria*, ein, die Wand derselben in schiefer Richtung durchbohrend. Der Bau der Blase ist im Uebrigen ein ähnlicher.

Ihre Faserhaut wird noch theilweise von einer serösen Membran, der Peritonealhülle, umgeben. Die muskulöse Mittelschicht erreicht eine bedeutende Mächtigkeit, zeigt aber nicht mehr die reguläre Anordnung der Harnleiter, sondern besteht in ihrer Hauptmasse aus schief und quer laufenden, netzförmig vereinigten Faserbündeln. Am Blasenhals tritt eine stark entwickelte Ringsschicht, der *Sphincter vesicae*, auf und ebenso verlaufen noch äusserlich über die vordere Blasenwand und den Scheitel des Organs längsgerichtete Muskelmassen, den sogenannten *Detrusor urinae* darstellend. Die Schleimhautoberfläche bleibt auch hier glatt und behält das charakteristische Plattenepithelium. Im Fundus und Blasenhals stehen einfache Schleimdrüschen.

Die weibliche Harnröhre (*Urethra*) zeigt eine mit starken Längsfalten versehene Schleimhaut und in der Nähe der Blase zahlreiche Schleimdrüsen von einfacherem oder mehr zusammengesetzterem Bau. Die grösseren derselben tragen den Namen der *Littre'*schen Drüsen. Im submukösen Bindegewebe fällt ein Netzwerk starker Venen auf; die Muskellage besteht aus längs- und querlaufenden Faserbündeln und das Epithelium ist ein plattenförmiges.

5. Der Geschlechtsapparat.

§ 261.

Der weibliche Geschlechtsapparat besteht aus den Eierstöcken, den Eileitern, die sich in ein Divertikel, den Fruchthälter, einsenken, aus der Scheide und den äusseren Geschlechtsorganen. Mit dem Geschlechtsleben des Weibes ist endlich noch die Milchdrüse verbunden.

Fig. 344.

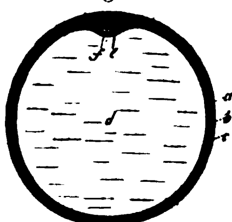


Der Eierstock. *a* Das *Stroma*; *b* kleinere *Graaf*'sche Follikel; *c* ein grosser; *d* ein frischer gelber Körper mit der gewucherten Zellenschicht der Innenfläche *; *e* ein altes *Corpus luteum*; *g* Venen mit ihrer Verästelung im Organ *f*.

Die beiden Eierstöcke, *Ovaria*[1]), der wichtigste Theil des Ganzen, beruhen auf der Vereinigung zahlreicher geschlossener, runder Drüsenkapseln in reicher bindegewebiger Grundlage. Sie stellen etwas abgeplattete ovale Körper dar, welche unter dem Peritonealüberzuge noch eine feste, weissliche, fibröse Hülle, die sogenannte *Tunica albuginea*, führen. Diese geht nach einwärts in das resistente bindegewebige Gerüste des Organs über, welches aus sich kreuzenden Bündeln eines nicht in Fibrillen zerfallenen, an Blutgefässen reichen Bindegewebes besteht und den Namen des Keimlagers oder Stroma's erhalten hat.

In ihm eingebettet, mehr jedoch nach aussen, erscheinen die prallen kugligen Drüsenkapseln, die Eikapseln oder *Graaf*'schen Follikel (Fig. 345) mit einem von 0,5—3,5‴ wechselnden Ausmaass. Man pflegte früher dem Eierstock 12, 15—20 derartiger *Graaf*'scher Bläschen zuzuschreiben. Diese Angabe ist jedoch nur insofern richtig, als es sich um die grösseren unserer Gebilde handelt. Denn neben letzteren beherbergt jedes Ovarium noch in reichlicher Zahl ein System jüngerer *Graaf*'scher Follikel, welche kleiner und kleiner erscheinen und zum Ersatze der älteren (wie wir bald sehen werden, ziemlich vergänglicher Körperelemente) dienen. Im Ganzen dürfen wir einem normalen Eierstocke 50, 100, 200 zurechnen. Wir gebrauchten so eben den Ausdruck des normalen Ovariums. Bei älteren Frauen nämlich wird man den Eikapseln häufig entweder nur sehr sparsam oder auch gar nicht begegnen.

Fig. 345.



Ein *Graaf*'scher Follikel; *a* die äussere bindegewebige Hülle; *b* die *Membrana propria*; *c* die Epithellallage; *d* die den *Graaf*'schen Follikel erfüllende Flüssigkeit; *e* die stärker geschichtete Stelle des Epithels mit dem Ei *f*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Der *Graaf*'sche Follikel besitzt die charakteristische feine strukturlose *Membrana propria* (*b*), welche jedoch an älteren Exemplaren vielfach undeutlich erscheint. Umhüllt wird er von einer zweiten, aus gefässreichem Bindegewebe bestehenden Kapsel, *Theca* (*a*), welche aus ihrer Fasermasse in die des angrenzenden Stroma's übergeht, jedoch nur lose und locker, so dass die ganze Kapsel leicht herausgeschält werden kann.

Erfüllt und prall erhalten wird das *Graaf*'sche Bläschen von einer mehr oder weniger durchsichtigen, alkalisch reagirenden, Eiweiss führenden Flüssigkeit, *Liquor folliculi*. Seine Innenfläche ist bedeckt von einem schwach geschichteten Ueberzuge kleiner, 0,00333—0,005‴ messender rundlicher, gekernter Zellen. Man hat dieser Epithelialbekleidung den Namen der *Formatio granulosa* gegeben. An derjenigen Stelle des *Graaf*'schen Bläschens jedoch, welche nach aussen gegen die Oberfläche des Ovariums kehrt, wird die Zellenschichtung eine stärkere und hier liegt in derselben (dem sogenannten *Cumulus proligerus* der Embryologen), ausgezeichnet durch seine bedeutende Kleinheit und deshalb erst spät aufgefunden, das Eichen, *Ovulum* (Fig. 346. 1. 2).

Dieses[2]), welches zur näheren Erforschung eine Reinigung von den anhängenden Epithelialzellen erfordert (1. *c*), ist ein kugliges Körperchen, 0,125, 0,1—0,08333‴ im Durchmesser und seiner Natur nach eine schön ausgebildete, mit sekundärer Hülle umgebene Zelle.

Diese sekundäre Zellenmembran (*a*) besteht aus einer wasserhellen homogenen, jedoch, wie es scheint, von Porenkanälen durchzogenen[3]), bedeutend dicken, 0,004—0,005‴ betragenden Membran, welche den Namen der *Zona pellucida* oder des Chorions trägt.

Die chemischen Reaktionen zeigen eine schwer in Alkalien lösliche, an die elastische Materie erinnernde Substanz.

Fig. 346.



Das Säugethierei. 1 Ein solches, welches durch einen Riss der Eihülle *a* den Dotter *b* theilweise austreten lässt *b**; *c* das hervorgetriebene Keimbläschen mit Keimfleck *d*. 2 Ein reifes Ei, bedeckt von den strahlig geordneten Epithelialzellen *c*, mit dem Chorion *a* und dem Dotter *b*.

Der Zelleninhalt (*b*), dessen erhärtete Rinde die primäre Zellenhaut bilden dürfte, ist eine bei Säugethier und Mensch mehr oder weniger undurchsichtige Masse und enthält in zähflüssigem Substrat Moleküle eines geronnenen Eiweisskörpers, sowie Körnchen und Tröpfchen von Fett. Er trägt den Namen des Dotters, *Vitellus*.

Der Kern (1. *c*), als Keimbläschen, *Vesicula germinativa* oder *Purkinje*'sches Bläschen bekannt, liegt im reifen Ovulum excentrisch und erscheint als ein höchst zierliches, vollkommen kugliges und wasserklares Bläschen von 0,01667 — 0,02''' Durchmesser mit einem rundlichen, fettartig erglänzenden Nucleolus (*d*) von 0,0025 — 0,00300''', dem sogenannten Keimflecke, *Macula germinativa* oder dem *Wagner*'schen Flecke.

Die Blutgefässe bilden weite Kapillaren im Stroma und engere Netze feinerer Röhren in der Wand des *Graaf*'schen Bläschens. Die Endigung der Nerven des Eierstocks ist unbekannt.

Mit dem Namen des Nebeneierstocks bezeichnet man einen Ueberrest der sogenannten Urniere oder des *Wolff*'schen Körpers, welcher in Gestalt geschlängelter Kanäle durch die *Ala vespertilionum* vom Ovarium nach der Tuba sich erstreckt. Die Gänge haben eine bindegewebige Wand, bekleidet von Epithelium und einem wasserhellen Inhalt[4]).

Anmerkung. 1) Man vergl. *Bischoff*'s Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842, sowie dessen Schrift: Beweis der von der Begattung unabhängigen Reifung und Loslösung der Eier der Säugethiere und des Menschen. Giessen 1844 (u. *Annal. d. sc. nat. Série 3. Tome 2. p.* 304); die Lehrbücher von *Henle*, *Koelliker*, *Gerlach etc.* und als schöne bildliche Darstellungen *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 22. — 2) Vergl. *von Baer*, *De ovi mammalium et hominis genesi epistola. Lipsiae* 1827 (Entdeckung des Säugethiereis); *Bernhardt*, *Symbolae ad ovi mammalium historiam ante praegnationem. Vratislaviae* 1834. *Diss.*; *R. Wagner*'s *Prodromus historiae generationis hominis atque mammalium. Lipsiae* 1836. — 3) Ueber Porenkanäle der Eihülle s. man § 71. — 4) *Kobelt*, der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847.

§ 262.

Das Ei, welches bekanntlich das Material zu dem Aufbau eines neuen Thierkörpers enthält, ist bestimmt, durch Platzen des *Graaf*'schen Follikels frei zu werden.

In einer früheren Zeit glaubte man, dass zu dieser Lösung der Reiz einer Begattung im Allgemeinen erforderlich sei und stellte sich die *Graaf*'schen Bläschen somit als mehr persistirende Gebilde vor, von welchen nur ein kleiner Theil während der geschlechtsthätigen Periode des Weibes wirklich zum Platzen gelangte.

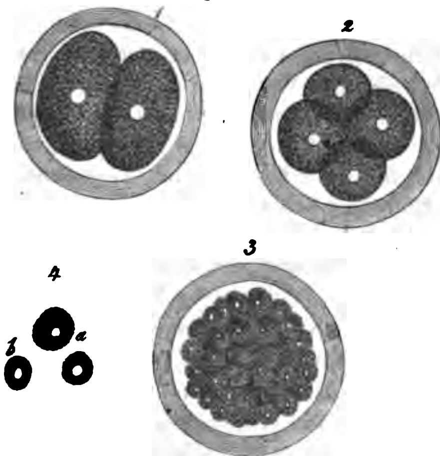
Spätere Untersuchungen haben über diese Materie ein neues Licht verbreitet. Es steht fest, dass die Ablösung eines Eies beim menschlichen Weibe in vierwöchentlichen Fristen mit dem Auftreten der Menstruation geschieht; also unabhängig von einer Begattung, bei Jungfrauen ebensowohl als bei Frauen. Bei Säugethieren ist die Brunstzeit der Moment des Freiwerdens je eines oder mehrerer Eier.

Ein *Graaf*'sches Bläschen, welches an diesen Zeitpunkt seines Lebens gekommen ist, erfährt durch fortgehende Einfüllung von Flüssigkeit aus dem Kapillarnetze der Wand eine weitere Vergrösserung und Ausdehnung, so dass es endlich ganz prall und gespannt äusserlich am Ovarium eine Hervorwölbung bildet und nicht mehr von dem Stroma, sondern nur noch von der verdünnten *Tunica albuginea* überzogen wird.

Endlich kommt der Moment, wo bei steigender Anspannung und Ausdehnung die Wand des *Graaf*'schen Follikels einreissen muss. Dieses Zerplatzen geschieht stets an der Stelle des geringsten Widerstandes, d. h. also an dem nach aussen gerichteten und nur von der dünnen Faserhülle des Ovariums überzogenen Theile, welcher gleichfalls mit durchrissen wird. Indem aber gerade an dieser Stelle, wie wir im vorigen § sahen, das Eichen gelegen ist, muss dieses nebst der anhängenden Epithelialmasse von dem Strome des *Liquor folliculi* mit hervorgetrieben werwerden. Zur Aufnahme des Eies liegt in dieser Zeit der Eileiter mit seiner Abdominalöffnung der Oberfläche des Ovariums dicht an.

Das Eichen durchwandert nun langsam im Laufe von Tagen nach abwärts den Eileiter, um schliesslich in den Fruchthälter zu gelangen. Es kann auf dieser seiner Reise, wenn eine Begattung stattfindet, befruchtet werden und zwar bald hoch oben am Ovarium, bald tiefer nach abwärts. In diesem Falle erwacht durch das Eindringen von Samenfäden in den Dotter in der umkapselten Zelle ein Theilungsprozess (Fig. 347. 1), welcher schon früher geschildert wurde und mehrfach sich wiederholend (2) schliesslich zu einem maulbeerartig gruppirten Zellenhaufen (3), dem Materiale für den Aufbau eines neuen Thierkörpers führt. Früher nahm man allgemein diesem Theilungsprozesse vorangehend ein Schwinden des Kernes der Eizelle, des sogenannten Keimbläschens, an. Nach neueren Erfahrungen dürfte sich der Nucleus jedoch erhalten und

Fig. 347.



Theilung des Säugethiereis, halbschematisch. Bei 1 die Dottermasse in zwei, bei 2 in vier Kugeln mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine grosse Zahl gekernter Kugeln. 4. *a* Die Kugeln ohne deutliche Hülle; bei *b* mit einer Zellenmembran.

durch seine Theilung in bekannter Weise mit der Zellenvermehrung (oder endogenen Zellenbildung) verknüpft sein.

Wenn jedoch, und es ist dieses beim menschlichen Weibe das bei weitem häufigere Geschick des Ovulum, eine Befruchtung nicht stattfindet, so geht unser Körperchen allmählich unter einem Auflösungsprozess innerhalb des Geschlechtsapparates zu Grunde. Bedenkt man die Zahl der monatlich sich wiederholenden Menstrualperioden in der ganzen fortpflanzungsfähigen Zeit des Weibes, so wird die bedeutende Anzahl der *Graaf*'schen Follikel in den Ovarien und das Vorkommen zahlreicher kleiner, zum Ersatze der älteren bestimmter Drüsenkapseln begreiflich.

Wir haben endlich noch des Geschickes des geplatzten und entleerten *Graaf*'schen Follikels zu gedenken (Fig. 344). Dieser geht unter Erzeugung bindegewebiger Narbensubstanz als sogenannter gelber Körper, *Corpus luteum*[1]), zu Grunde und verschwindet schliesslich vollkommen in dem Stroma des Ovariums.

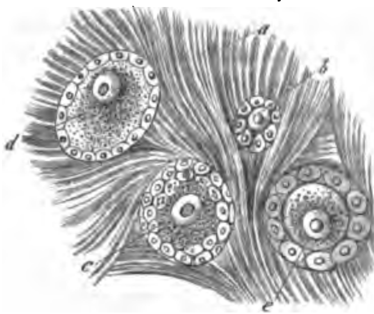
Schon vor dem Platzen der Kapsel bemerkt man letztere in ihrem seitlichen Grundtheile verdickt, einmal durch eine Wucherung der faserigen Wandung, dann des Epithelialüberzuges. Kommt es nun zum Zerreissen (*d*), so erfüllt das aus den gleichfalls eingerissenen Blutgefässen der Kapsel stammende Blut gerinnend den Innenraum des *Graaf*'schen Bläschens und durch fortgehende Wucherung entsteht eine dicke gelbröthliche, von Blutgefässen durchzogene und wie gefaltet erscheinende bedeckende Rindenlage (*d**). Die mikroskopische Analyse letzterer zeigt uns hier einen regen Zellenbildungsprozess mit einem verschiedenen Schicksale. Ein Theil der Zellen verwandelt sich durch spindelförmige Verlängerung in Bindegewebskörperchen und Gefässzellen, andere dagegen erleiden die Infiltration von Molekülen eines gelben Fettes (Fig. 82. *a*). Durch fortgehende Zunahme dieser gelben Rindenlage erfährt das centrale Blutgerinnsel eine weitere Verkleinerung und die ganze Ausfüllungsmasse wird dabei, indem die Neubildung von Bindegewebe mehr und mehr sich geltend macht, fester, stärker zusammengezogen und narbenartig, wie auch die rothe Färbung des Blutklumpens zu schwinden beginnt (*e*). So nimmt also das Ganze mehr an Masse ab, bis endlich nur noch eine dürftige

Spur des *Corpus luteum* vorhanden und schliesslich auch diese verschwunden ist.

Die Zeit, welche jener Rückbildungsprozess erfordert, ist eine verschiedene. Ziemlich rasch läuft die Reihe der Vorgänge ab, wenn keine Schwangerschaft der Menstruation nachfolgt. Tritt Gravidität ein, so gestaltet sich der Prozess langsamer, der gelbe Körper wird grösser, bleibt einige Monate lang ausgebildet stehen und erleidet erst nach 4—5 Monaten seine Rückbildung, welche am Ende der Schwangerschaft noch nicht beendigt ist. Die grössere, nachhaltigere Vermehrung der Blutzufuhr zu den inneren Geschlechtsorganen des letzteren und die rascher vorübergehende und geringere des ersteren Falles scheinen diese Differenzen zu erklären. Man hat hiernach wahre und falsche gelbe Körper unterschieden.

Was die Entstehung der Eierstöcke beim Embryo[2]), ebenso die Neubildung *Graaf*'scher Bläschen in der Pubertätsperiode betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken[3]). Die Eierstöcke (gleich den männlichen Geschlechtsdrüsen) bilden sich aus einem besonderen Blastem des mittleren Keimblattes und bestehen anfänglich aus den gewöhnlichen Bildungszellen. Während ein Theil der letztern sich zu dem Bindegewebe und den Blutgefässen etc. des Stromas umwandelt, erscheinen die ersten Andeutungen der kommenden *Graaf*'schen Bläschen als kleine kuglige Ansammlungen rundlicher Bildungszellen. Durch einen Theilungsprozess vermehren sich dieselben, so dass das Häufchen wächst. Es scheint nach Art anderer Drüsen später die Abscheidung der *Membrana propria* und von aussen her die Bildung der aufgelagerten bindegewebigen Kapsel stattzufinden. — Eigenthümlich, und leider noch nicht hinreichend ermittelt, ist die Genesis des Eies im Innern des Zellenhäufchens. Anfänglich sieht man nur den Kern, das sogenannte Keimbläschen, noch bedeutend kleiner (nur die Hälfte bis ein Drittel im Ausmaasse) als später. Dieses umgibt dann in einer sich hier ansammelnden zähflüssigen Masse ein Haufen von Körnchen, der zukünftige Dotter, und um diesen erscheint endlich eine feine Hülle, die Dotter- oder Zellenmembran. Es steht jedoch anhin, ob diese dem *Schwann*'schen Zellenschema angepasste Entstehungsgeschichte des Ovulum bei erneuten Beobachtungen sich bestätigen wird und ob nicht vielmehr von Anfang an das Ei als kleine vollständige Zelle nur mit dicht anliegender Membran und ohne den Dotter kommen-

Fig. 348.



Die Entwicklung *Graaf*'scher Follikel in dem Eierstock der Maus. *a Stroma*, *b* ein kleiner Follikel mit dem Keimbläschen im Innern; *c*. *d* grössere mit sich ansammelnder Dottermasse; *e* ein Follikel mit deutlich sichtbarem Chorion des Ovulum.

der Tage vorhanden ist. Anfänglich fehlt in dem kleinen Follikel der *liquor* vollständig und die peripherischen Zellen, welche zum Epithelium des *Graaf*'schen Bläschens werden, erfüllen den engen Raum zwischen Kapsel und Ovulum. — Die sekundäre Erzeugung der *Graaf*'schen Bläschen ist eine ganz ähnliche.

Anmerkung: 1) *Bischoff* a. a. O.; *Leuckart's* Artikel: »Zeugung« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 868; *Zwicky, De Corporum luteorum origine atque transformatione. Turici* 1844. *Diss.* — 2) *Remak* a. a. O. S. 70 und 78. — 3) *Barry, Researches in Embryology. Phil. Transact.* 1838 *P.* 2. *p.* 310; *Bischoff* a. a. O.; *Steinlin* in den Mittheilungen der naturf. Ges. in Zürich Bd. 1. S. 156; *Koelliker* a. a. O. S. 459.

§ 263.

Wir wenden uns jetzt zur Besprechung von Eileiter und Fruchthälter[1]). Die Eileiter, Muttertrompeten, *Tubae Faloppii*, besitzen unter der serösen, dem Peritonäum angehörigen Aussenlage eine aus äusserlichen längsgerichteten und inneren querlaufenden glatten Fasern bestehende Muskelschicht. Ihre Zellen, mit Bindegewebe reichlich untermischt, lassen sich schwer isoliren, leichter während der Schwangerschaft. Die Eileiterschleimhaut endlich ist drüsenlos, mit Längsfalten versehen. Ihr Flimmerepithelium (§ 111), welches bis auf die Aussenseite der Fimbrien sich erstreckt, erzeugt einen nach abwärts gerichteten Wimperstrom.

Der Fruchthälter, die Gebärmutter, *Uterus*, charakterisirt sich bei einem verwandten Bau durch eine viel stärker entwickelte Muskulatur und eine drüsenführende Schleimhaut.

Die Fleischmasse des Uterus besteht aus einem in den verschiedensten Richtungen sich kreuzenden Gewebe longitudinaler, querer und schief laufender Bündel des glatten Muskelgewebes (§ 173). Man kann bis zu einem gewissen Grade drei Schichtungen unterscheiden, von welchen die mittlere die grösste Mächtigkeit besitzt. Um den Muttermund bilden sich querlaufende Fasermassen zu einem förmlichen Schliessmuskel, *Sphincter uteri*, aus. Auch hier sind im nicht schwangeren Zustande die kontraktilen Faserzellen ungemein schwer zu trennen[2]).

Die Schleimhaut der Gebärmutter, fest mit der Muskelschicht verbunden, zeigt eine aus unentwickelterer Bindegewebemasse bestehende Faserlage, welche im Fundus und Körper des Organs von den gleichen Flimmerzellen bekleidet wird, während die tiefer gelegenen Partieen und namentlich der Hals von der Mitte an (§ 111) schon das Plattenepithelium der Scheide führen[3]).

Die Oberfläche der Schleimhaut wechselt ebenfalls nach den Lokalitäten. Glatt und ohne Papillen erscheint sie im Grunde und Körper, während in dem *Collum uteri* zahlreiche Querfalten, *Plicae palmatae*, vorkommen und sein unterer Theil reichliche Schleimhautpapillen mit einer Gefässschlinge im Innern erkennen lässt, welche namentlich am Muttermunde häufig werden und auch über die Scheide sich erstrecken.

Auch in dem Auftreten der **Drüsen**[4]) herrscht eine ähnliche Differenz. Im Fundus und Körper kommen zahlreich und gedrängt die sogenannten Uterindrüsen, *Gl. utriculares*, vor, ein System von bald ungetheilten, bald verzweigten, mit Cylinderzellen ausgekleideten Schläuchen, etwa 0,5''' lang und 0,02 — 0,03333''' breit, welche an die sogenannten Magenschleimdrüsen oder die *Lieberkühn*'schen des Dünndarms erinnern, in ihrem unteren Theile jedoch häufig geschlängelt erscheinen. Beim Schweine sind sie nach *Leydig*[5]) von Flimmerepithelium bekleidet. Im Collum verschwinden sie und hier treten zwischen den Falten zahlreiche mit Cylinderzellen bekleidete Gruben des Schleimhautgewebes auf. Man schreibt beiderlei Gebilden, namentlich aber letzteren, die Absonderung des alkalischen Fruchthälterschleims zu. Durch Verstopfung der letzteren Gruben und eine Ausdehnung in Folge angesammelten Schleims wandeln sie sich nicht selten in kleine rundliche Bläschen, die sogenannten *Ovula Nabothi*, um.

Die reichlichen **Blutgefässe** des Uterus bieten nicht viel von Wichtigkeit dar. Das Kapillarnetz ist ein dichtes, aber unregelmässiges, mit etwas geschlängelten Röhren. Die Venen, fest an die Fleischmasse geheftet, sind klappenlos. Auch an **Lymphgefässen** (oberflächlichen und tiefen) ist unser Organ reich. Die ganglienlosen **Nerven** stammen aus dem *Plexus hypogastricus*, zu welchen die Aeste mehrerer Sakralnerven hinzukommen. Ihre Endigungsweise im Parenchyme ist noch nicht dargelegt[6]).

Die *Ligamenta lata* besitzen zwischen ihren beiden Platten Bündel glatter Muskeln. Reich an letzterem Gewebe erscheinen die runden Mutterbänder (welche auch quergestreifte Fasern enthalten), arm dagegen die *Ligamenta ovarii*.

Bei der **Menstruation** zeigt der Fruchthälter unter vermehrtem Blutzudrange eine Volumzunahme und Auflockerung. Aus den ausgedehnten Schleimhautkapillaren erfolgt mit Zerreissung der Wandungen die Blutung. Das zu den Genitalien entleerte Menstrualblut (§ 94) zeigt das reichlicher abgestossene Epithelium des Uterus zugemischt[7]).

In der **Schwangerschaft** erleidet der Uterus eine sehr bedeutende Massenzunahme, welche grössentheils die muskulösen Lagen trifft und, wie die mikroskopische Analyse gelehrt hat, in einem sehr bedeutenden Auswachsen der kontraktilen Faserzellen (S. 368), die sich nun sehr leicht isoliren lassen, sowie in einer wenigstens anfänglich stattfindenden Neubildung (Vermehrung) derselben beruht[8]). Es versteht sich von selbst, dass auch die Blut- und Lymphgefässe an dieser Vergrösserung Antheil nehmen müssen.

Interessant ist ferner der Umstand, dass durch Zunahme des Neurilems die Nervenstämme des Uterus hierbei dicker und grauer werden, während die einzelnen Fasern dunkelrandiger erscheinen, so dass sie jetzt weiter in das Parenchym verfolgt werden können (*Kilian*). Dass auch die Zahl der Primitivfasern zunehme, ist sehr zu bezweifeln.

Es ist uns noch die letzte und bedeutsamste Umänderung zu be-

sprechen übrig geblieben, nämlich die Metamorphose der Schleimhaut. Letztere wird schon vor Eintritt des Eichens in die Uterinhöhle dicker, weicher und blutreicher, um unter Vermehrung ihrer faserigen Elemente und einer sehr ansehnlichen (das Drei- bis Vierfache der ursprünglichen Länge betragenden) Vergrösserung der Uterinschläuche eine Trennung von der Innenfläche des Fruchthälters zu erfahren und als sogenannte hinfällige Haut oder *Decidua* das Ei zu überziehen[9]). Nach der Geburt[10]) beginnt auf der Fläche der Uterushöhle die Bildung einer neuen Schleimhaut und neuer Schlauchdrüsen, eine Regeneration, welche sonst keinem der beiden Gewebe unter Normalverhältnissen zukommt. Auch die kontraktilen Faserzellen erleiden in dieser Periode unter Fettdegeneration eine Rückbildung und einen theilweisen Untergang.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. S. 440; *Gerlach*'s Handbuch S. 398; *Todd* und *Bowman* a. a. O. *p.* 554; *Farre*'s Artikel: »Uterus« in der Cyclopaedia *Vol* 5. *p.* 597 u. 623; ferner *Kilian* in *Henle*'s u. *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 8. S. 53 und Bd. 9. S. 1 und auch *Tyler Smith, on Leucorrhoea. London* 1855. *p.* 1. — 2) *Koelliker* a. a. O. S. 441, sowie *Kasper, De structura fibrosa uteri non gravidi. Vratislaviae* 1840. *Diss.* und *Schwartz, Observationes microscopicae de decursu musculorum uteri et vaginae hominis. Dorpati* 1850. *Diss.* — 3) *Henle*'s allg. Anat. S. 246. Die Angaben über die Epithelialverbreitung im Uterus lauten übrigens verschieden. — 4) *Bischoff* in *Müller*'s Archiv 1846. S. 111; *Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846; *Robin* in den *Archives générales de médecine Série* 4. *Tome* 17. *p.* 257 u. 405 u. *Tome* 18. *p.* 186; *Reichert* in *Müller*'s Archiv 1848. S. 73. — 5) *Müller*'s Archiv 1852. S. 375. — 6) Vergl. *Snow Beck* in den *Phil. Transact.* 1846. *P.* 2. *p.* 213; *Lee, Lectures on the theory and practice of midwifery. London* 1844. *p.* 98 und *Memoirs on the ganglia and nerves of the uterus. London* 1849; *Kilian* a. a. O. Bd. 10. S. 41. — 7) Es können im Menstrualakte förmliche Stücke, ja sogar die ganze Schleimhaut abgestossen werden (*Farre l. c. p.* 644). — 8) *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 72. — 9) *Weber* a. a. O. S. 30; ebenso *Robin, Reichert etc.*, sowie *Todd* und *Bowman p.* 576. — 10) Auch hierüber herrschen Zweifel, indem man manchfach die Neubildung der Schleimhaut schon in eine frühere Periode der Schwangerschaft verlegt hat.

§ 264.

Die Scheide, *Vagina*[1]), ein dehnbarer Schlauch, setzt einigermassen die Struktur der höher gelegenen Geschlechtsorgane fort. Sie zeigt unterhalb einer faserigen, reichlicher mit elastischen Fasern gemischten Bindegewebehülle eine Lage längs- und querlaufender glatter Muskelfasern. Ihre Schleimhaut ist mit zahlreichen Falten und Höckern (*Columnae rugarum*) versehen und besitzt unterhalb des geschichteten Plattenepitheliums (§ 107) zahlreiche Papillen nach Art des *Collum uteri*. Auch vereinzelte traubige Schleimdrüschen können vorkommen. Der Vaginalschleim reagirt sauer.

Das Jungfernhäutchen, *Hymen*, stellt eine Duplikatur des Schleimhautgewebes dar.

Das Blutgefässsystem der Scheide, nach den dreierlei Gewebe-

lagen different angeordnet, zeichnet sich durch starke venöse Netze der Wände aus. Die Lymphgefässe sind zahlreich und die vom *Sympathicus* und *Plexus pudendus* stammenden Nerven haben Theilungen der Fasern, aber noch keine Endigung in den Papillen erkennen lassen.

Die Schamtheile des Weibes bestehen aus dem Kitzler, den kleinen und grossen Schamlippen.

Der Kitzler, *Clitoris*, besitzt in seinem Präputium eine Schleimhautverdopplung und über die Glans ein Schleimhautgewebe mit zahlreichen Papillen. Seine kavernösen Körper und die Vorhofszwiebeln verhalten sich den kavernösen Theilen des männlichen Gliedes gleich (s. u.).

Auch die kleinen Schamlippen oder Nymphen sind Duplikaturen der Schleimhaut. Sie führen reichliche Papillen und ein fettzellenfreies, aber an Blutgefässen reiches Bindegewebe. In ihnen kommen, was auch schon am Scheideneingang sich findet, zahlreiche Talgdrüsen vor[2]).

Die grossen Schamlippen, fettreiche Falten der Haut, zeigen an ihrer Innenfläche noch eine schleimhautartigere Beschaffenheit, welche nach auswärts der Struktur der äusseren Haut Platz macht. Sie besitzen zahlreiche, äusserlich an den hier befindlichen Haarbälgen mündende Talgdrüsen.

Der Vorhof, *Vestibulum*, ebenso der Scheideneingang, enthalten gewöhnliche traubige Schleimdrüsen. — Einen ähnlichen Bau, aber ein viel grösseres, bis zu 6''' betragendes Ausmaass, besitzen die beiden sogenannten *Duverney*- oder *Bartholini*'schen Drüsen, welche mit ziemlich langen Ausführungsgängen in das *Vestibulum* münden. Sie ersetzen die *Cowper*'schen Drüsen des männlichen Geschlechtsapparats und enthalten ein helles, zähflüssiges, schleimartiges Sekret[3]).

Die Blutgefässe bieten mit Ausnahme der kavernösen Körper nichts Auffallendes dar. Die Lymphgefässe sind zahlreich, ebenso die vom *Plexus pudendus* und *Sympathicus* kommenden Nerven, welche nach *Koelliker* in einzelnen Papillen der Clitoris Tastkörperchen ähnliche Endigungen machen sollen, eine Beobachtung, die *Krause* durch den Nachweis des Vorkommens sogenannter Endkolben (§ 191) erweitert hat.

Anmerkung: 1) Neben den im vorigen § citirten Hand- und Lehrbüchern vergl. man *Mandl* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 1. — 2) *Wendt* in *Müller*'s Archiv 1834 S. 284; *Burckhardt* in *Froriep*'s N. Notizen Bd. 6. S. 117; *Huguier* in den *Ann. de sc. nat. Série* 3. *Vol.* 13. *p.* 239. — 3) *Tiedemann*, Von den *Duverney*'schen, *Bartholini*'schen oder *Cowper*'schen Drüsen des Weibes etc. Heidelberg 1840.

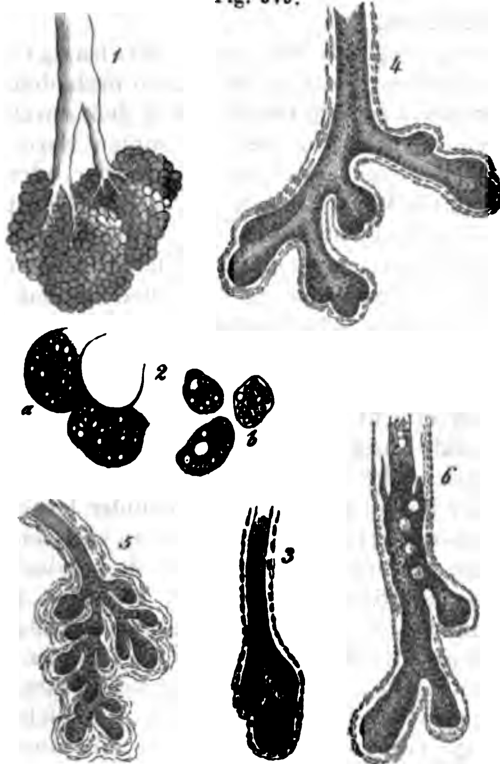
§ 265.

Die Milchdrüsen, *Glandulae lactiferae*[1]), welche nur im weiblichen Körper ihre volle Ausbildung und dem entsprechend eine Sekretionsfähigkeit erlangen, gehören, wie schon früher (§ 203) bemerkt, der grossen Gruppe der traubigen Drüsen an, zeichnen sich jedoch da-

durch aus, dass nicht das ganze Organ einer Seite schliesslich mit einem besonderen Ausführungsgange mündet, sondern 18—20 und mehr Kanäle, *Ductus lactiferi*, das Sekret der einzelnen Hauptlappen oder — besser gesagt — der Einzeldrüsen, getrennt herausbefördern.

Da wir schon häufig traubenförmiger Drüsen zu gedenken hatten, mag es genügen, hier nur zu erwähnen, dass die von homogener *Membrana propria* hergestellten Endbläschen unserer Milchdrüse sich schärfer von einander absondern, sowie bei rundlicher und birnförmiger Gestalt einen zwischen 0,05—0,08333‴ befindlichen Durchmesser besitzen (Fig. 349. 1. 2 *a*). Umhüllt werden die Läppchen und Lappen von einem an Fettzellen reichen Bindegewebe, welchem die Brüste ihre gewölbte und glatte Beschaffenheit verdanken. Umspinnend treffen wir das charakteristische Gefässnetz traubiger Drüsen. Nerven im Innern des Organs hat man bisher nur sehr spärlich beobachtet und auch bei Säugethieren keine Einwirkung derselben auf den Sekretionsprozess experimentell darthun können[2]). Bekleidet endlich ist die Innenfläche der Bläschen von einem Systeme gewöhnlicher, rundlich-polygonaler, etwa 0,005‴ betragender Zellen.

Fig. 349.



Die Milchdrüse, meistens nach *Langer*. 1 Läppchen aus den inneren Theilen der Drüse einer Wöchnerin. 2. *a* Drüsenbläschen, *b* Drüsenzellen. 3 Drüsengang eines Neugeborenen. 4 Milchkanal eines 9jährigen Knaben, 5 eines 16jährigen Mädchens. 6 Milchgang eines erwachsenen Mannes.

Die ausführenden Kanäle nehmen zwischen den Runzeln der Brustwarze in Gestalt 0,3‴ messender Oeffnungen ihr Ende. Verfolgt man nach abwärts, so sieht man sie in Form 0,5—1‴ weiter Gänge die Warze durchsetzen, um am Grunde derselben zu länglichen, 2—3‴ und mehr betragenden Divertikeln, den sogenannten Milchbehältern, *Sacculi lactiferi*, anzuschwellen, von denen sie dann wieder verschmälert, 1—2‴ stark, unter Zerspaltungen den Verlauf gegen die Einzeldrüsen herab fortsetzen.

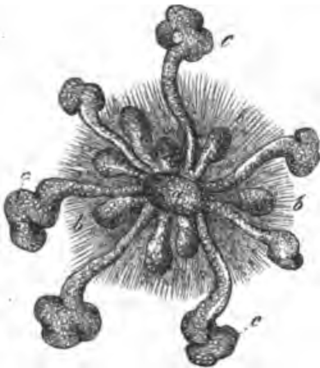
Dieses ausführende Kanalwerk zeigt in seinen weiteren Röhren eine

Bekleidung cylindrischer, in seinen engeren den Ueberzug der gewöhnlichen Drüsenzellen. Die Wand besteht aus längslaufendem Bindegewebe mit einzelnen glatten Muskelfasern, welche mögleicherweise auch um die Läppchen herum vorkommen (*Henle*[3]).

Brustwarze und Warzenhof, bekanntlich kontraktile Gebilde, besitzen dagegen diese glatte Muskulatur reichlich. Erstere zeigt zahlreiche Papillen und der Warzenhof Talgdrüsen.

Es dürfte am passendsten sein, sogleich hier der Entstehungsgeschichte des Organs zu gedenken. Dasselbe bildet sich nach dem Schema anderer Hautdrüsen (§ 205) durch eine Wucherung des sogenannten Hornblattes und erscheint im vierten oder fünften Monat des Fruchtlebens in Gestalt einer flach rundlichen oder kolbigen, von der Faserlage der Haut umhüllten soliden Masse, bestehend aus den Zellen des *Malpighi*'schen Schleimnetzes (*Langer*, *Koelliker*[4]). Nach einigen Wochen (Fig. 350) bemerkt man, wie unter fortgehender Zellenvermehrung die kolbige Warze (*a*) neue solide Knospen (*b*. *c*) nach abwärts treibt, welche die ersten Andeutungen der Gänge der Hauptlappen bilden und unter ferner Knospenerzeugung sich weiter zu verzweigen bestimmt sind (*c*), ohne dass jedoch bis zur Stunde der Geburt (Fig. 349. 3) die Anlage eines Drüsenbläschens erfolgt wäre. Hierbei sind, wie es die scheibenartige Gestalt der Drüse erklären dürfte, die Randpartieen den centralen voraus, was sich durch die ganze Folgezeit erhält (*Langer*). Die Milchdrüse des Neugeborenen zeigt eine faserige Wand der Kanäle mit einem Ueberzuge kleiner Zellen. An ihren Enden erscheinen solide Zellenhaufen von kolbiger Gestalt, das Bildungsmaterial einer künftigen weiteren Verzweigung.

Fig. 350.



Die Milchdrüse eines älteren Embryos nach *Langer*. *a* Die mittlere kolbige Masse mit kleineren inneren *b* und grösseren äusseren Auswüchsen *c*. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Auch in dem ganzen kindlichen Lebensalter und zwar bei Knaben (Fig. 349. 4), wie bei Mädchen (5), kommt es noch nicht zur Entstehung der Endbläschen, sondern nur zur Weiterbildung des Kanalsystems. Doch ist die weibliche Brustdrüse hier schon der männlichen voraus.

Erst mit dem Eintritt der Pubertät beginnt im weiblichen Körper — und zwar ziemlich rasch — die Entwicklung einer beträchtlichen Menge terminaler Drüsenbläschen und verleiht den Brüsten ihre grössere Wölbung. Aber auch jetzt, durch die ganze jungfräuliche Periode, ist das Organ noch bei weitem nicht zu seiner völligen Ausbildung gelangt, zu welcher vielmehr der Eintritt der ersten Schwangerschaft erforderlich ist. Dieser Zustand der Reife erhält sich alsdann, allerdings mit einer

Massenabnahme und dem Zugrundegehen von Drüsenbläschen im Zustande der Ruhe, durch die ganze zeugungsfähige Lebenszeit hindurch, bis endlich der eintretende Untergang der Geschlechtsfunktionen eine Rückbildung der Milchdrüse mit allmählichem Verschwinden aller Endbläschen, sowie einer Verödung der kleineren Gänge herbeiführt und Fettgewebe an die Stelle tritt.

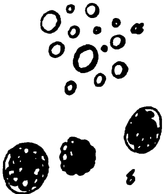
Die Milchdrüse des männlichen Körpers (Fig. 349. 6)[5] erlangt (abgesehen von einem Paar höchst seltener Ausnahmefälle) niemals die Reife des weiblichen Organs und bringt es im Allgemeinen, obgleich manchfach wechselnd, nur zur Entwicklung des Gangwerkes, nicht aber der secernirenden Endbläschen (*Langer*).

Anmerkung: 1) Neben den Hand- und Lehrbüchern vergl. man *A. Cooper, The anatomy of the breast. London* 1839; *Fetzer*, Ueber die weiblichen Brüste. Würzburg 1840. Diss.; *Langer* in den Denkschriften der Wiener Akademie Bd. 3. Abth. 2. S. 25. — 2) *Eckhard*, Beiträge zur Anatomie u. Physiologie. 1. Bd. 1. Heft. Giessen 1855. S. 12. — 3) Jahresbericht für 1850. S. 41. — 4) *Langer l. c.*; *Koelliker* S. 473. — 5) Neben der *Langer*'schen Arbeit s. man auch *Luschka* in *Müller*'s Archiv 1852. S. 402.

§ 266.

Die Milch erscheint als eine undurchsichtige, bläulich oder gelblich weisse Flüssigkeit ohne Geruch, mit einem schwach süsslichen Geschmack, einer schwach alkalischen Reaktion sowie einem zu 1028—1034 angenommenen spezifischen Gewichte versehen. Bei ruhigem Stehen sondert sie sich in eine obere fettreichere, dicklichere und weissere Schicht (Rahm) und eine untere dünnflüssigere Masse. Nach längerer Zeit wandelt sich die Reaktion in die saure unter Bildung von Milchsäure aus dem Milchzucker um, sowie einem dadurch bewirkten Gerinnen des Kaseins, eine Aenderung dieses Stoffes, die auch bei Berührung mit der Magenschleimhaut eintritt (§ 14).

Fig. 351.



Formbestandtheile der menschlichen Milch. *a* Milchkügelchen; *b* Kolostrumkörperchen.

Anatomisch[1]) besteht die Milch aus einer wasserklaren Flüssigkeit, in welcher zahllose Fettkügelchen suspendirt sind; sie stellt also eine Emulsion dar.

Jene, die Milchkügelchen (Fig. 351. *a*), erscheinen mit den bekannten optischen Charakteren und einer mittleren Grösse von 0,00125—0,004'''. Ein Zusammenfliessen erfahren sie unmittelbar nicht, wohl aber nach vorherigem Zusatze der Essigsäure, so dass jedes unserer Körperchen eine sehr feine, aus einem geronnenen Proteinkörper, und zwar Kasein, bestehende Hülle besitzt. — Abweichend ist das mikroskopische Bild jener Milch, welche schon in den letzten Zeiten der Schwangerschaft und den ersten Tagen unmittelbar nach der Entbindung (aber auch später unter abnormen Verhältnissen) gebildet wird, des sogenannten Kolostrums. Dieselbe,

stärker alkalisch, reicher an festen Bestandtheilen und Salzen, besitzt neben Fettkügelchen die sogenannten Kolostrumkörperchen (*b*), kuglige Gebilde von 0,00667—0,025''' Durchmesser, welche aus Konglomeraten von Fettkügelchen, vereinigt durch ein Bindemittel, bestehen. Um sie bemerkt man zuweilen eine Hülle, manchmal sogar im Innern des Fetthäufchens noch einen Kern[2]).

In chemischer Hinsicht[3]) treffen wir in der Milch neben Wasser einen Proteinkörper, das Kasein (§ 14), ferner Neutralfette (§ 29) und eine Zuckerart, den sogenannten Milchzucker (§ 22). Dazu kommen Extraktivstoffe und Mineralbestandtheile, sowie freie Gase, namentlich Kohlensäure. Abnorme Bestandtheile können Harnstoff, Hämatin bilden.

Das Kasein kommt gebunden an Natron theils in dem Milchwasser gelöst, theils, wie schon bemerkt, geronnen und die Schale der Kügelchen bildend vor. Auffallend ist sein hoher Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde. Ob Eiweiss in der Milch enthalten, steht anhin, nur für das Kolostrum ist es wohl sicher. Die Neutralfette der Milch bestehen einmal aus den gewöhnlichen Fettsubstanzen und dann aus anderen, welche bei der Verseifung Buttersäure, Capron-, Capryl- und Caprinsäure (§ 26) liefern. Ihr formelles Vorkommen ist schon erwähnt. Der Milchzucker findet sich in Lösung, ebenso die Extraktivstoffe und der grösste Theil der Mineralbestandtheile. Letztere bestehen aus Chlorkalium und Chlornatrium, aus Verbindungen der Phosphorsäure mit Alkali und Erden, aus an das Kasein gebundenem Kali und Natron und aus Eisen. Die Menge der unlöslichen Salze pflegt zu überwiegen[4]).

Mit dem Namen der Hexenmilch bezeichnet man ein milchartiges Sekret, welches einige Tage lang aus den Brustdrüsen Neugeborener abgesondert wird[5]).

Hinsichtlich der Quantitätsverhältnisse bietet die menschliche Milch nach der Zeit, Individualität, der Ernährungsweise beträchtliche Differenzen dar, welche bei verschiedenen Säugethieren noch weit höher ausfallen. Als Beispiel mag eine *Simon*'sche Analyse dienen.

1000 Theile enthalten:

Wasser	880,6
Kasein	37,0
Milchzucker	45,4
Fette	34,0
Extraktivstoffe und Salze	3,0

Die Menge des Kaseins beträgt nach *Simon* für die Frauenmilch im Allgemeinen gegen 3,5 %; der Fettgehalt 2,5—4 %, der Milchzucker zwischen 4—6 %, der Salzgehalt (unter welchem die phosphorsauren Erden überwiegen) zwischen 0,16—0,20 %.

Im Kolostrum finden sich 4 % Kasein, 5 % Fette und unmittelbar nach der Geburt bis zu 7 % Milchzucker (*Simon*).

Die Menge der Milch beträgt für das säugende menschliche Weib im

Mittel über 1000 Grms. für den Tag, auf eine Brustdrüse 50—60 Grms. in 2 Stunden (*Lampérierre*)[6].

Die Bedeutung der Milch ist bekanntlich, das Nahrungsmittel des Säuglings auf Kosten der Nährstoffe des mütterlichen Blutes darzustellen. Sie muss als das Vorbild aller Nahrung bezeichnet werden.

Vergleichen wir die Milchbestandtheile mit den Stoffen des Blutplasmas (§ 93), so treffen wir nur für die Mineralsubstanzen einen einfacheren Durchgang, etwa nach Art des Harns. Die drei organischen Stoffreihen sind als solche nicht oder nur theilweise im Blute vorhanden. Zu ersteren gehören Kasein und Milchzucker, als deren Muttersubstanzen Eiweissstoffe und Traubenzucker anzunehmen sind, zu letzteren die Fettstoffe. — Eine fermentirende Eigenschaft der Brustdrüse wird somit höchst wahrscheinlich, wie auch die Entstehung eines Theiles des Milchfettes im Innern der Zelle.

Die Bildung des Sekrets im Innern der Drüsenbläschen[7]) geschieht nach Art des Hauttalgs durch eine Fetterfüllung der sich vergrössernden Drüsenzellen (Fig. 349. 2. *b*), welche auf diesem Wege dem physiologischen Untergang entgegengeführt werden. Die geringere Intensität der Kolostrumbildung bringt noch diese Zellen oder ihre Zellentrümmer mit dem Milchwasser hervor, während bei der reichlicheren Produktion der eigentlichen Milch die Zellen schon in der Drüse sich auflösen und die freigewordenen Fetttropfen als Milchkügelchen erscheinen. Ebenso haben wir in der Zelle die Bildungsstätte für Kasein und Milchzucker zu suchen. Sie ist im Uebrigen somit beim säugenden Weibe ein sehr vergängliches Gebilde.

Anmerkung. 1) *Henle* in *Froriep*'s N. Notizen Bd. 11. S. 33; *Nasse* in *Müller*'s Archiv 1840. S. 259; *van Bueren*, *Observationes microscopicae de lacte. Trajecti ad Rhenum* 1849. *Diss.* — 2) *Donné* in *Müller*'s Archiv 1839. S. 182; *Simon* in *Müller*'s Archiv 1839. S. 10 und 187; *Reinhardt* in *Virchow*'s Archiv Bd. 1. S. 52. — 3) Wir heben aus der reichen Literatur nur hervor: *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 287 und Zoochemie S. 246; *Simon*, die Frauenmilch nach ihrem chemischen und physiologischen Verhalten dargestellt. Berlin 1838 und dessen Handbuch der med. Chemie Bd. 2. S. 276; *Scherer*'s Artikel: »Milch« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 449; *Haidlen* in den Annalen Bd. 45. S. 273; *Schlossberger* ebendaselbst Bd. 51. S. 431 und 87. S. 317; *Vernois* und *Becquerel* in *Erdmann*'s Journal Bd. 58. S. 418; *Boedecker* in den Annalen Bd. 97. S. 150 und bei *Henle* und *Pfeufer*, Zeitschrift N. F. Bd. 6. S. 201. — 4) In der Kuhmilch erhielt *Weber* (*Poggendorff*'s Annalen Bd. 81. S. 412) in 100 Theilen Asche: Chlorkalium 9,49, Chlornatrium 16,23, Kali 23,77, Kalkerde 17,31, Magnesia 1,90, Eisenoxyd 0,33, Phosphorsäure 29,13, Schwefelsäure 1,15 und Kieselerde 0,09. — 5) *Gubler* in der *Gazette médicale de Paris* 1856. *p.* 225; *Schlossberger* in den Annalen Bd. 87. S. 324. Man s. auch *Scanzoni* in den Würzburger Verh. Bd. 2. S. 300. — 6) *Comptes rendus Tome* 30. *p.* 172. — 7) *Reinhardt* a. a. O.; *Will*, Ueber die Milchabsonderung. Erlangen 1850. Programm.

§ 267.

Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus den beiden, im Hodensacke, *Scrotum*, eingeschlossenen und von mehrfachen

Hüllen umgebenen Samendrüsen oder Hoden, aus den Ausführungsgängen, welche in die Harnröhre münden, aus dem Begattungsapparate und endlich aus accessorischen Gebilden. Hierher zählen die unpaare sogenannte Vorsteherdrüse, *Prostata*, die paarigen *Cowper*'schen Drüsen und die Samenbläschen.

Der Hoden, *Testis*, *Testiculus*[1]) (— welchem als Anhang der Nebenhoden, *Epididymis*, aufsitzt —), eine aus einer grossen Zahl enger, sehr gewundener Röhren, den sogenannten Samenkanälchen, *Tubuli seminales*, gebildete Drüse, ist zunächst überzogen von einer fibrösen Hülle, der sogenannten *Tunica albuginea s. propria testis* (§ 147), einer recht festen und derben, sehr dicken weisslichen Haut. — Umschlossen wird letztere von einem dünnen serösen Sacke, der sogenannten *T. vaginalis propria*, deren inneres Blatt (*T. adnata*) mit der *Albuginea* verwachsen ist. Endlich umgibt den Hoden und Samenstrang noch die *T. vaginalis communis*, eine letzte und äusserliche bindegewebige derbe Hülle, welche zwischen sich und der *Vaginalis propria* sowie dem Nebenhoden eine Lage kontraktiler Faserzellen führt (*Koelliker*[2])) und aussen den von quergestreifter Muskelmasse gebildeten Cremaster ansitzen hat. Aeusserlich hängt durch formloses Bindegewebe die allgemeine Scheidenhaut des Hodens mit der Muskellage des Scrotum, der sogenannten *Tunica dartos* (§ 173), zusammen und dieselbe endlich umhüllt die dünne fettfreie Lederhaut.

Wenn man die *Albuginea* entfernt, bemerkt man, wie zahlreiche, aber nicht vollkommene, bindegewebige Scheidewände von jener in das Innere der Drüse abgegeben werden.

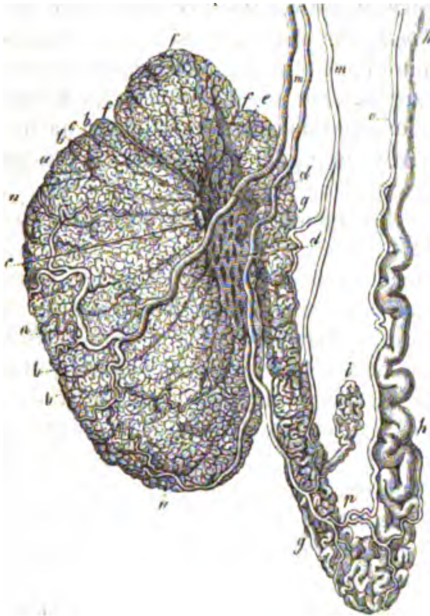
Diese Septa, welche das Parenchym in Läppchen (Fig. 352. *b*) von kegelförmiger Gestalt sowie mit nach einwärts und oben gerichteten Spitzen zertheilen, treten im oberen Theile des Organs in eine stark verdichtete keilförmige Masse, das sogenannte *Corpus Highmori*, ein, dessen Basis in die *Albuginea* sich fortsetzt.

Jedes der ebengenannten Läppchen besteht aus einigen ausserordentlich langen und vielfach auf- und abgewundenen 0,05—0,0625''' starken Samenkanälchen, welche Theilungen und Anastomosen erkennen lassen und theils blindsackig, theils in Gestalt der Schlinge oder Schleife endigen. An der Spitze eines derartigen Läppchens verbinden sie sich alsdann zu einem weiteren (0,1—0,16667''' messenden) gestreckten Gange, dem sogenannten *Ductulus* oder *Tubulus rectus* (*c*), welcher in das *Corpus Highmori* tritt und durch netzartige Verbindung mit andern das sogenannte Netz des Hodens, *Rete testis* (*d*) bildet. Aus letzterem entspringen dann (zu 9—17) weitere Gänge, *Vascula efferentia* (*e*), die anfänglich gerade verlaufen und so die *Tunica albuginea* durchbohren, um später aufs Neue verengt und in zahlreichen Windungen eine Anzahl kegelförmiger Lappen zu bilden, welche man *Coni vasculosi* (*f*) nennt und die den

sogenannten Kopf des Nebenhodens, *Caput epididymidis*, herstellen.

Diese Kanäle stossen allmählich zu einem einzigen, 0,16667—0,2''' weiten Gange (*gg*) zusammen, welcher unter zahllosen Windungen einen

Fig. 352.



Die Hoden des Menschen nach *Arnold*. *a* Hoden, in die Läppchen bei *b* zerfallend; *c Ductuli recti*; *d Rete vasculosum*; *e Vascula efferentia*; *f Coni vasculosi*; *g* der Nebenhoden; *h* das *Vas deferens*; *i* das *Vas aberrans Halleri*; *m* Aeste der *Art. spermatica interna* mit ihrer Verbreitung an der Drüse *n*; *o* Arterie des *Vas deferens* bei *p* mit dem vorhergehenden Gefässe anastomosirend. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Fig. 353.



Samenkanälchen des Menschen. *a* Hülle, *b* Zellen.

länglichen Körper bildet, den Körper und Schwanz des Nebenhodens, oder *Corpus* und *Cauda epididymidis*.

Nach und nach verliert der den Nebenhoden bildende Gang seine Windungen, wird gestreckter und weiter bis zu 1''' und bekommt den Namen des *Vas deferens* (*h*). Häufig nimmt er vorher noch einen kurzen blindgeendeten gewundenen Seitenast, das *Vas aberrans Halleri* (*i*), auf.

Gehen wir nun zur Textur der Samendrüse über, so zeigen die Samenkanälchen (Fig. 353) eine mittlere Weite von 0,05—0,0625'''. Das Mikroskop lehrt[1], dass um die etwa 0,001''' mächtige strukturlose *Membrana propria*, wie wir sie an den ähnlichen Drüsenröhren der Niere (§ 256) antrafen, hier noch eine äussere derbe, 0,00300''' messende Haut (*a*) von einer faserig-streifigen Natur mit Längskernen vorkommt. Erfüllt ist der Innenraum mit Zellen, von welchen die äusseren, rundlich-poly-

gonal und etwa 0,005—0,00625''' messend, eine epitheliumartige einfache Lage bilden. Letztere (*b*) führen bei jugendlichen Subjekten eine feinkörnige, ziemlich blasse Masse, während mit den Jahren Fettkörnchen in steigender Anzahl in der Zellenhöhle bemerkt werden.

In der angeführten Weise erhält sich der Bau der Samenkanälchen bis in das *Rete testis*, wo vorübergehend die äussere Faserhülle mit dem Bindegewebe des *Corpus Highmori* verschmolzen ist. Die austretenden Kanäle gewinnen allmählich mit dem steigenden Quermesser eine Lage circulärer glatter Muskeln[3]), zu welcher nach abwärts im Körper des Nebenhodens noch zwei weitere longitudinale Muskelschichten nach aussen und innen hinzukommen, eine Anordnung, die wir auch im *Vas deferens* wieder antreffen werden.

Schon früher gedachten wir des eigenthümlichen Flimmerepitheliums des Nebenhodens (§ 111).

Die Blutgefässe der Samendrüse sind Zweige der *Art. spermatica interna*. Sie dringen von aussen und vom *Corpus Highmori* her in das Organ ein und wählen zur weiteren Vertheilung zunächst die Scheidewände, um schliesslich mit einem gestreckten weitmaschigen Kapillarnetze 0,005—0,00350''' starker Röhren, die Samenkanälchen zu umspinnen. Geringer fällt der Blutreichthum des Nebenhodens aus, zu welchem die *Arteria vasis deferentis Cowperi* gelangt. Die Venen verhalten sich den Arterien analog. Die tieferen und oberflächlichen Lymphgefässe des Hodens kommen reichlich vor, spärlich dagegen die aus dem *Plexus spermaticus internus* stammenden Nerven, deren Endigungsweise noch unbekannt ist.

Die Entwicklung des Hodens[4]) geschieht nach Art der Eierstöcke aus einem besonderen Blasteme des mittleren Keimblattes am inneren Rande der Urniere oder des *Wolff*'schen Körpers, aus dessen Kanalwerk aber der Nebenhoden gebildet wird, während der Gang des *Wolff*'schen Körpers sich zum *Vas deferens* umgestaltet. Die Histogenese, so weit sie erforscht, zeigt, dass die Samenkanälchen wohl ähnlich den Harnkanälchen der Niere (§ 259) entstehen.

Anmerkung: 1) *A. Cooper, Observations on the structure, and diseases of the testis. London* 1830; *Lauth, Mémoire sur le testicule humain* in den *Mém. de la Société de l'hist. nat. de Strasbourg. Tome* 1. 1830; *Krause* in *Müller*'s Archiv 1837. S. 20. Man vergl. ferner *Gerlach*'s Handbuch S. 364 und *Koelliker*'s Mikrosk. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 388, sowie dessen Handbuch 3te Aufl. S. 514; endlich *Ecker*'s *Icon. phys.* Taf. 9. Fig. 8 u. 9. — 2) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 65. — 3) Ebendaselbst S. 66. — 4) *Müller*'s Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830. S. 36; *Kobelt*, der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg 1847. S. 17; *Meckel*, Zur Morphologie der Harn- u. Geschlechtswerkzeuge der Wirbelthiere. Halle 1848. S. 30.

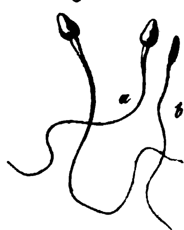
§ 268.

Die mikroskopische Analyse der Samenkanälchen im vorhergehenden § machte uns nur mit dem Inhalt des ruhenden, nicht aktiven Organs

bekannt. In der ganzen zeugungsfähigen Periode des Mannes und bei Säugethieren zur Brunstzeit wird aber ein anderer Inhalt in unseren Drüsenröhren bereitet, nämlich der Samen oder das *Sperma*[1]).

Die männliche Zeugungsflüssigkeit, wie sie der Hoden gebildet hat, stellt eine weissliche, fadenziehende, geruchlose Flüssigkeit mit hohem spezifischem Gewichte dar. Ihre Reaktion ist die neutrale oder alkalische. Der Samen dagegen, wie er bei einer Begattung ausgespritzt wird, hat Zumischungen von den accessorischen Drüsen der Generationsorgane und hierdurch Modifikationen erfahren. Er reagirt stärker alkalisch, besitzt einen eigenthümlichen Geruch, welchen man passend dem frisch zersägter Knochen vergleicht. Ebenso ist er flüssiger und durchsichtiger. Bald nach der Entleerung gerinnt er zu einer dicklicheren gallertartigen Masse, die nach einiger Zeit wiederum eine dünnflüssigere Natur annimmt.

Fig. 354.



Samenfäden des Menschen. *a* Ansicht von der breiten Fläche; *b* die seitliche.

Ein Blick durch das Mikroskop zeigt in dem frischen menschlichen Samen eine Unzahl sich lebhaft bewegender fadenartiger Formelemente, die sogenannten Samenfäden, Samenthierchen, *Spermatozoen* (Fig. 354). Dieselben, in homogener Flüssigkeit suspendirt, lassen einen vorderen, breiteren Theil, den sogenannten Kopf oder Körper und einen langen hinteren Faden oder Schwanz unterscheiden.

Der Kopf (*a*) zeigt sich oval oder richtiger gesagt umgekehrt birnförmig, also hinten an der Insertionsstelle des Schwanzes am breitesten und nach vorne verschmälert. Er ist im Mittel ungefähr 0,002‴ lang und etwa halb so breit. Gewinnen wir die Seitenansicht des Kopfes (*b*), so bemerkt man, dass er (einem Blutkörperchen ähnlich) stark abgeplattet ist. Während er nämlich vorher in der geschilderten Weise breit und mit zwar scharfen, jedoch nicht dunklen Kontouren erschien, zeigt er sich jetzt ganz schmal, sowie stark und dunkel gerändert. Er dürfte eine Dicke von nur 0,00083—0,0005‴ besitzen (*Koelliker*). Eine weitere Zusammensetzung des Köpfchens ist im Uebrigen nicht darzuthun. Der hintere Theil unseres Gebildes, der Faden (*a. b*), beginnt noch mit einer gewissen Stärke und durch eine leichte Einschnürung vom Kopfe getrennt (*a*), um sich mehr und mehr zu verfeinern, bis er zuletzt so zart wird, dass er sich der mikroskopischen Analyse entzieht. Man kann ihn etwa 0,02‴ lang verfolgen.

Der Samen führt durch die ganzen Thierreiche gewisse Formbestandtheile. Die Gestalten der Spermatozoen jedoch, wenn auch in der Regel fadenförmige, bieten im Uebrigen einen grossen und höchst interessanten Wechsel des Ansehens dar, so dass man an die ähnlichen, wenngleich viel weniger ausgesprochenen, charakteristischen Eigenthümlichkeiten der farbigen Blutzellen (§ 86) erinnert wird. Die engen Schran-

ken unserer Arbeit gestatten leider keine Besprechung der anziehenden Materie. Nur so viel sei bemerkt, dass diese bezeichnende Eigenthümlichkeit als ein Schutz gegen hybride Befruchtung, als ein Hülfsmittel zur Erhaltung der Arten angesehen werden muss.

In chemischer Hinsicht bestehen die Samenfäden der Säugethiere aus einem resistenten, an Kalkerde reichen umgewandelten Eiweisskörper, welcher sich der Substanz des elastischen Gewebes annähert. Sie widerstehen lange der Fäulniss, leisten selbst konzentrirten Mineralsäuren einen nachhaltigen Widerstand und lösen sich wenigstens nicht leicht in kaustischen Alkalien (*Koelliker*[2]). Der Reichthum an Mineralbestandtheilen gestattet ein Glühen des Samenfadens mit Bewahrung der Form.

Was die Mischung[3]) des reinen Samens, des Hodensekretes, betrifft, so hat über diesen Gegenstand *Frerichs* (namentlich am Sperma des Karpfens, aber auch des Hahns und Kaninchens) einige Untersuchungen angestellt. Die Samenflüssigkeit war neutral, an eine verdünnte Schleimlösung erinnernd und mit etwas Eiweiss versehen. In der Asche waren Chloralkalien und geringe Mengen phosphor- und schwefelsaure Alkalisalze vorhanden. — Ebenso kommt das phosphorsaure Magnesiasalz in ihm vor.

Die Samenfäden enthielten 4,05 % der getrockneten Masse an einem gelben butterähnlichen (phosphorhaltigen?) Fett und 5,21 % Aschenbestandtheile, unter welchen Kalk und Phosphorsäure dargethan wurden.

Der reine Samen des Pferdes besitzt 18,06 % fester Bestandtheile, der des Stieres 17,94, wovon der umgewandelte Proteinstoff der Samenfäden 13,138 %, das (phosphorhaltige) Fett 2,165 und die Mineralstoffe 2,637 % betragen (*Koelliker*).

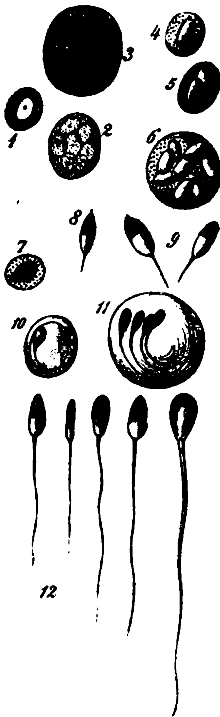
Der ejakulirte Samen ist wasserreicher durch das Sekret der Anhangsdrüsen. *Vauquelin* fand in dem des Menschen im Ganzen nur 10 % fester Theile.

Der Stoff, welcher die gallertartige Gerinnung des ausgeworfenen Samens herbeiführt, von *Vauquelin* früher mit dem Namen »Spermatine« versehen, scheint ein Natronalbuminat zu sein (*Lehmann*[5]).

Die Entstehung der Samenfäden (Fig. 355) war zwar schon früher in eigenthümlichen Zellen der Samenkanälchen beobachtet worden, wurde aber erst durch *Koelliker* genauer ermittelt. Zur Zeit der Samenbildung (Pubertät beim Menschen, Brunstperiode beim Thier) wandelt sich unter einem Theilungsakte der grösste Theil der Drüsenepithelien der Samenkanälchen zu sehr blassen und höchst zarten glashellen, kugligen Zellen um, mit bald einfachen, bald vielfachen (10—20) bläschenförmigen Kernen von 0,0025—0,00351‴ (1. 2. 3) und einer hiernach sehr wechselnden Grösse, welche zwischen 0,005—0,03333‴ gelegen ist.

Aus diesen Gebilden nun erzeugen sich die Samenfäden und zwar, wie man schon längere Zeit weiss, vom Kerne. Während man aber früher im Innern eines jeden der bläschenförmigen Nuclei ein Samenelement entstehen liess, zeigte *Koelliker*[6]) kürzlich, dass der ganze Kern in einen

Fig. 355.



Entwicklung der Samenfäden des Säugethiers, meistens nach *Koelliker*. 1 Einkernige, 2 mehr- und 3 vielkernige Bildungszelle; 4. 5. 6 solche, bei welchen die Kerne oval und platt geworden sind. 7 Eine Zelle mit einem nach vorne dunklen und nach hinten hellen Theile. 8. 9 Das Auswachsen des Fadens (vom Stier). 10. 11 Samenfäden in den Zellen liegend (vom Hunde). 12 Die Samenfäden des Stieres der Reife entgegengehend.

Samenfaden auswächst, und zwar indem er sich verlängert und abplattet (4. 5. 6), einen vorderen dunkleren und hinteren hellen Theil zeigt (7) und an dem einen Ende den Faden hervortreibt (8. 9), welcher letztere mehr und mehr an Länge zunimmt, während der Kern selbst die charakteristische Form des Köpfchens gewinnt (12).

So liegen dann schliesslich die erzeugten Samenfäden in einer durch die ursprüngliche Kernzahl bestimmten wechselnden Menge in den Zellen (10. 11), und zwar da, wo sie zahlreicher in der Zellenhöhle entstanden sind, gewöhnlich in regelmässiger Weise geordnet, die Köpfe neben einander zeigend und die Schwänze ebenso, parallel und umgebogen nach der Enge des Raumes. In dem Hoden beginnt schon ein kleinerer Theil dieser Bildungszellen zu platzen, so dass die Spermatozoen frei werden. Bei weitem die Mehrzahl der letzteren erfährt aber eine derartige Befreiung erst im Nebenhoden.

Anmerkung: 1) Man vergl. *R. Wagner* in den Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Bd. 2. 1836 und in *Müller*'s Archiv 1836. S. 225; *Siebold* in *Müller*'s Archiv 1836 S. 13 u. 232, sowie 1837 S. 381; *Koelliker*, Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverschiedenheiten und der Samenflüssigkeit etc. wirbelloser Thiere. Berlin 1841, sowie in den Denkschriften der schweiz. naturf. Ges. Bd. 8. S. 8, dann in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 201; *Wagner* und *Leuckart*, Artikel: »Semen« in der Cyclopaedia Vol. 4. p. 472. — 2) a. letzterem O. S. 258. — 3) *Lehmann*'s phys. Chemie Bd. 2. S. 301 und Zoochemie S. 278; *Frerichs* bei *Wagner* und *Leuckart* l. c. p. 505 und *Koelliker* in der zuletzt genannten Arbeit S. 254. — 4) *Gobley* schreibt dem Samen des Fisches Glycerinphosphorsäure (§ 24) zu (Annalen Bd. 60. S. 275); *Koelliker* traf im Samen das Myelin von *Virchow* an. — 5) Phys. Chemie S. 302. Bei *Frerichs* scheint es den »Schleimstoff« darzustellen. — 6) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 262.

§ 269.

Die merkwürdigste und seit der schon längst gemachten Entdeckung[1]) als solche anerkannte Eigenthümlichkeit der Samenelemente

beruht in ihren Bewegungen. Diese, welche eine frühere Epoche als Beweis eines selbständigen Lebens nahm (daher der Name der »Samenthierchen«), stellen sich dem Wimperphänomen (§ 115) nahe verwandt dar und entziehen sich bis zur Stunde gleich letzterem der Erklärung.

Entnimmt man den Samen den Hodenkanälchen eines frisch getödteten Säugethiers, so ist das Bewegungsspiel in der Regel noch nicht eingetreten. Bringt man dagegen einen Tropfen eben ausgespritzten Samens auf die mikroskopische Glasplatte, so sehen wir die zahllosen Samenfäden in einem Getümmel regellos und wirre durch einander treiben. Eine genauere Analyse zeigt, wie das einzelne Samenelement mit dem Faden abwechselnd Krümmungen und Ausstreckungen oder wellen- und peitschenschnurartige Schlängelungen macht, durch welche das ganze Gebilde von der Stelle geschoben wird. Denkt man auch unwillkührlich im ersten Augenblicke an das selbständige Umhertreiben eines Infusoriengewimmels, so zeigt sich bald der Mangel jeder Spontaneïtät (jedes Schwimmens nach bestimmter Richtung, jeder Vermeidung von Hindernissen, jeder momentanen Beschleunigung und Verlangsamung). Die Schnelligkeit der Ortsveränderung ist im Uebrigen eine sehr unbedeutende, indem der Raum eines Zolles erst nach einer Anzahl von Minuten zurückgelegt wird [2]). Gleich der Flimmerbewegung beginnt auch die der Samenfäden nach einiger Zeit zu verlangsamen und abzusterben. Die Intensität der peitschenförmigen Schwingungen des Fadens und die Ortsveränderung nimmt hierbei mehr und mehr ab; es kommt ein Moment, wo die Exkursionen des Schwanzes nicht mehr den Samenfaden fortzuschieben vermögen, bis endlich auch die letzten Schwingungen erlöschen.

Wir wenden uns zunächst zur Frage nach den Bedingungen dieser Bewegung. Die Dauer derselben im Innern der männlichen Geschlechtsorgane oder im ejakulirten Samen ist nach den Thiergruppen verschieden. Am schnellsten, oft schon nach $1/4$ Stunde erlischt sie bei den Vögeln. Länger erhält sie sich bei Säugethieren, zuweilen fast einen Tag hindurch. In dieser Art zeigen im menschlichen Samen nach Pollutionen öfters die Faden in der 16ten und 20sten Stunde noch einige Bewegungen. Noch länger dauert sie bei den Amphibien und am längsten bei Fischen, wo sie über 4 Tage unter günstigen Umständen sich zu erhalten vermag (*Wagner*). Man wird an ähnliche Verhältnisse der Flimmerbewegung erinnert. Kälte hebt das Schwingen der Samenfäden auf; ebenso eine über 40^0 R. steigende Wärme.

Was nun den Zusatz anderer Flüssigkeiten angeht, so erhalten im Allgemeinen indifferente Massen von einer gewissen mittleren Konzentration z. B. derartige Lösungen von Zucker, Harnstoff, Glycerin, ebenso die neutralen Salze der Alkalien und Erden die Bewegungen, während stärker verdünnte sie baldig zum Untergange bringen; ebenso sehr konzentrirte, welche schon durch ihre Zähigkeit ein mechanisches Hinderniss der Bewegung entgegenstellen. Derartig scheinen auch im Wasser nur quellende Stoffe, wie Pflanzenschleim, zu wirken. Agentien, welche

chemisch auf Samenfäden oder ihre Flüssigkeit eingreifen, z. B. Mineralsäuren, Metallsalze, Essigsäure, Gerbsäure, Aether, Alkohol, Chloroform, heben im Allgemeinen das Bewegungsspiel auf. Passend ist der Zusatz von Blutserum, Hühnereiweiss, Glaskörperflüssigkeit; dann des Inhaltes der Samenblasen, der Prostata und der *Cowper*'schen Drüsen, als der natürlichen Zumischungen des Samens. Auch der Zutritt des Sekretes der inneren weiblichen Genitalien ist günstig, indem beim Säugethier in demselben, unterstützt von der Körperwärme, das Umhertreiben Tage lang anhält. Der sauer reagirende Scheidenschleim, ebenso der zähe, glasartige des *Collum uteri* sollen die Bewegung aufheben. Harn, wenn erneutral oder schwach alkalisch, greift nicht erheblich hemmend ein, wohl aber stark saurer und alkalischer. Alkalische Milch und alkalischer Schleim unterhalten das Phänomen. Speichel übt den Effekt des Wassers. Dieser ist ein eigenthümlicher, die Bewegung rasch zu Ende bringender, indem gewöhnlich eine kurze Steigerung derselben, ein Wimmeln, rasches Durcheinanderfahren und lebhafteres Schlagen und Krümmen der Schwänze eintritt. Bald erfolgt Stillstand. Hierbei pflegt sich das untere Ende des Fadens um den oberen Theil zu schlagen, wie eine Peitschenschnur um den Stiel (»Oesenbildung«). Interessant ist die Beobachtung, dass derartig zur Ruhe gekommene Samenfäden durch Zusatz gesättigterer Lösungen, beispielsweise von Zucker, Eiweiss, Kochsalz (ebenso bei zu konzentrirten Solutionen durch nachherigen Wasserzusatz) wieder in Aktivität gebracht werden können, zum Beweise, wie sehr die Endosmose in das Bewegungsspiel eingreift.

In einem früheren § erfuhren wir, dass die kaustischen Alkalien einen eigenthümlich belebenden Einfluss auf das Wimperphänomen erkennen liessen. Dasselbe zeigte *Koelliker* für die Elemente des Samens[3]).

Wie die Forschungen der neueren Zeit gelehrt haben[4]), dringen die Spermatozoen bei der Befruchtung in das Innere des Eies ein, und zwar beim Säugethiere in Mehrzahl. Dieses Eindringen erscheint hier (wie bei den Wirbelthieren überhaupt) als ein aktives, durch die Bewegungen des Samenelementes bedingtes. Eine besondere Eingangsöffnung (sogenannte Micropyle) an der *Zona pellucida* des Säugethierovulums konnte bisher nicht dargethan werden, so dass dieselbe wohl von den andringenden Fäden durchbrochen werden muss. Letztere gelangen so in die Dottermasse, verlieren ihre Bewegungen und zerfallen schliesslich[5]).

Anmerkung: 1) Die Entdeckung der Spermatozoen geschah in den Kinderjahren der Mikroskopie und zwar wohl 1678 durch einen Studenten von Leyden, *Hamm*, wie *Leeuwenhoek*, welcher die ersten Untersuchungen anstellte, uns berichtet. Sehr sorgfältig ist das Historische zusammengestellt in dem grossen *Ehrenberg*'schen Werke: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. S. 465. Der treffende Name des »Samenfadens« wurde zuerst von *Koelliker*, welcher sich um diese Materie die grössten Verdienste erworben hat, vorgeschlagen. — 2) Nach den Bestimmungen von *Henle* legt ein Samenelement den Raum eines Zolles in 7½ Minuten zurück (allg. Anat. S. 954). Man vergl. auch noch *Kraemer*, *Observa-*

tiones microscopicae et experimenta de motu spermatozoorum. Gottingae 1842. *Diss.* — 3) *Wagner's* Physiologie 3te Aufl. S. 19; *Leuckart's* Artikel »Zeugung« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 822; *Ankerman, De motu et evolutione filorum spermaticorum ranarum. Regimonti* 1854. *Diss.*; *Koelliker* in seiner und *Siebold's* Zeitschrift Bd. 7. S. 181. — 4) Der Entdecker dieses Eindringens beim Säugethiere, sowie des ganzen Prozesses überhaupt, ist der Engländer *M. Barry.* S. dessen Abhandlungen in den *Phil. Transactions* 1840. *P.* 2. *p.* 532, 1843. *P.* 1. *p.* 33 und in den *Proceedings of the Royal Society* vom Juni 1853. Für Frösche beobachtete den Vorgang *Newport* in den *Phil. Transact.* 1851. *P.* 1. *p.* 169 und 1853. *P.* 2. *p.* 233 [und 271]; für Helminthen *Nelson* ebendaselbst 1852. *P.* 2. *p.* 563. Bestätigungen der *Barry*'schen Entdeckung erhielten wir durch *Meissner* (*Siebold's* und *Koelliker's* Zeitschrift Bd. 6. S. 245) und *Bischoff* (Bestätigung des von Dr. *Newport* bei den Batrachiern und Dr. *Barry* bei den Kaninchen behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Giessen 1854. S. 7). — 5) Wahrscheinlich unter einer Fettdegeneration (vergl. *Koelliker* a. a. O. S. 260).

§ 270.

Wie wir früher sahen, gehen die Samenleiter, *Vasa deferentia*[1]) allmählich aus dem Gange der Nebenhoden hervor. Sie zeigen demgemäss auch einen ähnlichen Bau, eine äussere bindegewebige Lage, dann die gleiche, aber stärkere Muskelschicht mit den drei dort schon erwähnten Straten und endlich eine drüsenlose, im unteren Theile mit Gruben versehene Schleimhaut.

Einen verwandten Bau besitzen auch die dünnwandigeren Samenbläschen, *Vesiculae seminales*[2]), welche theils Behälter des menschlichen Spermas, theils absondernder Natur sind. In ihrer Hülle kommen theilweise Bündel glatter Muskeln vor. Der Inhalt erscheint als eine durchsichtige, gallertartig gerinnende, später wieder sich verflüssigende Masse, offenbar der gleiche Stoff des entleerten Samens (§ 268). Nach *Gerlach*[3]) soll die mit netzförmigen Vertiefungen versehene Schleimhaut reichliche zusammengesetzte Schleimdrüsen führen.

Die Ausspritzungskanäle, *Ductus ejaculatorii*, kommen in ihrem Bau auf die zuletzt genannten Organe heraus.

Die Vorsteherdrüse, *Prostata*[4]), das massenhafteste unter den mit dem männlichen Geschlechtsapparate verbundenen Organen, bildet ein der traubigen Formation angehörendes Drüsenaggregat, zeigt jedoch mehrere Eigenthümlichkeiten. Neben der bindegewebigen, mit Muskelfasern versehenen Hülle führt sie nämlich noch eine derbe gelbliche Haut, welche vorzugsweise aus glatten Muskelfasern besteht und zwar von einer solchen Mächtigkeit, dass sie nach *Koelliker* den grösseren Theil der ganzen Organmasse darstellt. Diese Muskelmasse setzt sich nämlich nach einwärts fort und bildet so ein förmliches Gerüste, in welchem die etwa 40 an Zahl betragenden Drüsen eingebettet liegen. Diese zeigen Bläschen von 0,0556—0,1‴ Grösse, deren strukturlose *Membrana propria* von gewöhnlichen pflasterartigen Zellen ausgekleidet wird. Die Gänge sind enge mit muskulöser Wand und Cylinderepithelium versehen. Der Blutreich-

thum des Organs ist ein ansehnlicher. Sein Sekret erinnert an das der Samenbläschen.

Die Blase der Prostata oder der männliche Fruchthälter, *Uterus masculinus*[5]), besteht aus einem mit kontraktilen Faserzellen untermischten Bindegewebe und einem Cylinderepithelium.

Die *Cowper*'schen Drüsen sind gewöhnliche traubenförmige mit kleineren Bläschen, als sie in der Vorsteherdrüse vorkamen. Ihre dünne Umhüllungsmasse, ebenso das die Läppchen trennende Bindegewebe erscheinen abermals reich an glatten Muskeln. Die rundlichen Zellen der Bläschen bieten nichts Besonderes dar und der ausführende Gang trägt cylindrische Epithelien.

Wie *Giraldès*[6]) kürzlich fand und *Koelliker*[7]) bestätigte, kommt am Hoden des Neugeborenen, ebenso bei Knaben (bis zum zehnten Jahre in voller Ausbildung, dann verkümmernd) eine kleine weissliche, aus einem Haufen röhren- und blasenförmiger Theile bestehende Masse vor, welche einen Rest des *Wolff*'schen Körpers (— gleich dem *Vas aberrans Halleri* —) darstellen dürfte. Nach dem letztgenannten Beobachter findet sich das Organ »am oberen Ende des Hodens im Samenstrang und zwar in der Nähe der Samengefässe an der vom *Vas deferens* abgelegenen Stelle.« Es besteht aus ungleich erweiterten Röhren und Blasen mit einer bindegewebigen Hülle und einem Epithelium, welches beim Erwachsenen Fettmoleküle enthält. Sein Inhalt ist ein heller und flüssiger.

Anmerkung: 1) Neben dem grossen Werke *Koelliker*'s S. 404 und dessen Abhandlung in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 66 s. man *Fick* in *Müller*'s Archiv 1856. S. 473. — 2) *Lamperhoff, De vesicularum seminalium natura et usu. Berolini* 1835. *Diss.*; *Koelliker l. l. c. c.* S. 66 u. 404; *Leuckart*, Artikel »*Vesicula prostatica*« in der Cyclopaedia *Vol.* 4. *p.* 1415. — 3) Handbuch S. 373. — 4) *Weber*, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane und *Koelliker* in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 67, sowie Mikrosk. Anat. S. 406. — 5) *Weber* a. a. O. — 6) Vergl. *Proceedings of the royal society of London Vol.* 9. *No.* 31. *p.* 231, sowie *Bulletin de la société anat. de Paris* 1857. *Nov. p.* 789. — 7) Handbuch 3te Aufl. S. 526.

§. 271.

Wir haben noch der Harnröhre und des Begattungsgliedes des Mannes[1]) zu gedenken.

Die männliche Harnröhre, *Urethra*, besteht bekanntlich aus drei Theilen, einem von der Vorsteherdrüse umgebenen Anfangstheile (*pars prostatica*), einem sich anschliessenden selbständigen häutigen Mittelstücke (*p. membranacea*) und einer dritten längsten und wiederum unselbständigen Partie (*p. cavernosa*), welche durch das männliche Glied, *Penis*, verläuft. Hier nämlich wird sie umhüllt von dem einen spongiösen Körper (*corpus cavernosum s. spongiosum urethrae*), der mit seinem vorderen Ende die Eichel, *Glans penis*, herstellt. Zu ihm gesellen sich zwei ganz ähnliche Gebilde, *C. c. cavernosa penis*, hinzu, welche, von der äusseren Haut überkleidet und mit besonderen querge-

streiften Muskeln (*m. m. ischiocavernosi* und *bulbocavernosi*) versehen, das Begattungsorgan bilden.

Die Harnröhre[2]) besteht aus zwei Lagen, einer äusseren Hülle und einer Schleimhaut. Die erstere ist reich an elastischem Gewebe und untermischt mit queren und längslaufenden glatten Muskelfasern, welche am reichlichsten im prostatischen Theile vorkommen, weniger im membranösen und am spärlichsten im kavernösen. Diese äussere Faserlage der Harnröhre erscheint nur im mittleren Theile selbständiger und ist hier umhüllt von dem aus quergestreiften Fasern bestehenden und im Allgemeinen transversal angeordneten *M. urethralis*.

Die Schleimhaut der Harnröhre trägt ein Cylinderepithelium (§ 110), zeigt unregelmässige, nicht drüsige Gruben (*lacunae Morgagnii*) und enthält von der *Pars membranacea* an abwärts kleine unentwickelte traubige, sogenannte *Littre*'sche Drüsen, deren Gänge und Innenräume von mehr oder weniger cylindrischen Zellen bekleidet sind. In der vorderen Hälfte der *Fossa navicularis* beginnt das cylindrische Epithelium durch ein geschichtetes plattenförmiges ersetzt zu werden.

Wir wollen hier sogleich der Haut des Penis gedenken. Diese ist dünn und schlaff und im subkutanen Bindegewebe frei von Fettzellen. Unter ihr erscheint die sogenannte *Fascia penis*, eine Ueberzugsmasse des ganzen Organs bis zur Wurzel der Eichel, bestehend aus einem an elastischen Fasern reichen und nach *Gerlach*[3]) auch mit glatten Muskelfasern versehenen Bindegewebe. An der Wurzel des männlichen Gliedes wandelt sich diese überkleidende Lage zu dem wesentlich elastischen Aufhängeband der Ruthe (*ligamentum suspensorium penis*) um.

An der Krone der Eichel verändert jedoch die äussere Haut ihre Beschaffenheit, indem sie dünner und einer Mukosa ähnlicher sich gestaltet und fest mit der fibrösen Hülle der Glans verwachsen ist. An ersterem Orte, aber auch an der Innenfläche der Vorhaut, kommen in wechselnder Menge Talgdrüsen oder *Tyson*'sche Drüsen vor, welche nichts besonderes darbieten und mit der Absonderung der Vorhautschmiere, *Smegma praeputii*[4]), in Verbindung gebracht werden.

Die Vorhaut, *Praeputium*, selbst ist eine Duplikatur der äusseren Haut, deren Innenlamelle schon einen schleimhautähnlichen Charakter trägt.

Die kavernösen Körper führen jeder eine aus Bindegewebe und reichlichen elastischen Fasern bestehende, jedoch an glatten Muskeln arme Hülle, an welcher nach einwärts zahllose Balken, Platten und Plättchen entspringen, bestehend aus bindegewebigen und elastischen, sowie zahlreichen glatten Muskelfasern. Jene theilen und verbinden sich auf das Vielfachste mit einander und stellen so, an einen Schwamm erinnernd, ein kommunizirendes Höhlen- oder Kavernensystem dar, welches von dem charakteristischen Gefässepithelium ausgekleidet wird und einen zur Aufnahme des venösen Blutes bestimmten eigenthümlichen Behälter bildet[5]).

Diese venösen Reservoire sind beständig mit Blut erfüllt, erfahren aber zeitweise eine Ueberladung mit demselben und bewirken so die Aufrichtung oder Erektion des männlichen Gliedes.

Um diesen Vorgang zu begreifen, müssen wir die weitere Gefässanordnung der kavernösen Organe kennen lernen. Die arteriellen Zweige, aus der *A. pudenda communis* stammend, verlaufen gewunden innerhalb des kavernösen Balkennetzes und zertheilen sich mit diesem zu kleineren Röhren, welche schliesslich grösstentheils in unsere venösen Räume sich einsenken und nur zu einem kleinen Theile in ein für die Ernährung der Balken bestimmtes Kapillarnetz sich fortsetzen, dessen venöse Abflussröhren ebenfalls in die Kavernen münden.

Am Grunde des Penis kommen in allen kavernösen Organen, wie *Müller* schon vor längeren Jahren entdeckte, eigenthümliche arterielle Gefässe, die sogenannten *A. helicinae*, vor[6]). Es sind dieses gewundene und rankenförmig gekrümmte Röhren, welche seltener vereinzelt und meistens gruppenweise in die Kavernen hereinragen, hier jedoch nicht blind endigen, wie der Entdecker annahm, sondern plötzlich in viel feinere Röhren sich fortsetzen, welche ebenfalls in die venösen Höhlensysteme leiten. Die Lymphgefässe sind in der Haut zahlreich vorhanden.

Die Nerven des männlichen Gliedes kommen theils vom cerebrospinalen Systeme (*N. pudendus*), theils vom Sympathicus (*Plexus cavernosus*). Letztere sollen nur das kavernöse Gewebe, erstere neben diesem besonders Haut und Mukosa versorgen. Besonders reich an Nerven ist die Haut der Eichel. Hier kommen Endkolben vor (§ 191).

Die beste, allerdings noch nicht auf dem Gebiete des Experimentes erwiesene Theorie der Erektion verdanken wir *Koelliker*[7]). Nach diesem Forscher beruht der Vorgang in einer vom Nervensystem erzielten Erschlaffung der Muskelmassen der kavernösen Körper, durch welche die venösen Blutbehälter natürlich ausgedehnt werden müssen, etwa so wie eine Arterie nach Durchschneidung ihrer Nerven (§ 210) oder das Herz nach einer Reizung der *Vagi* (§ 247). Die nachherige Zusammenziehung der Muskelmasse entleert dann das im Penis angestaute Blut. Gerade der Nachweis von Hemmungsnerven (*Facialis* für die Speicheldrüsen [§ 222], *Splanchnicus* für die Gedärme [§ 247] und *Vagus* für das Herz) hat der scharfsinnigen Vermuthung eine neue Stütze gewährt.

Anmerkung. 1) *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 409, in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 1. S. 67 und Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 118; *Kobelt*, die männlichen und weiblichen Wollustorgane. Freiburg 1844. — 2) Man s. auch *Jarjavay, recherches anat. sur l'urèthre de l'homme. Paris* 1857. — 3) Handbuch S. 385. — 4) Neben dem Sekrete dieser Talgdrüsen erscheinen zahlreiche abgestossene Epidermoidalzellen. Analysen lehren im Smegma das Vorkommen von Fetten, eiweissartigen Stoffen, Harnstoff und Mineralbestandtheilen. (Vergl. *Lehmann* bei *Weber* in *Froriep's* Notizen, 3te Reihe. Bd. 9. S. 103.) — 5) Die im Texte gegebene Darstellung betrifft zunächst die *C. cavernosa penis*. Ihnen ganz ähnlich, aber mit dünnerer Hülle, engeren Ka-

vernen und zarteren Balken, sowie einem grösseren Reichthume elastischer Fasern versehen, verhält sich auch das Schwammgewebe der Harnröhre. Noch enger ist das Lückensystem der Eichel. — **6) Ueber den vielfach kontroversen Gegenstand s. man** *Müller*, Physiologie Bd. 1. S. 213 (erste Aufl.) und Archiv 1835. S. 202; *Valentin* im Repertorium 1836. S. 72 und *Müller*'s Archiv 1838 S. 182; *Krause* ebendaselbst 1837 S. 30; *Henle*, allg. Anat. S. 485; *Erdl*, *Müller*'s Archiv 1841. S. 421; *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 412 und *Gerlach l. c.* S. 386. Die Erektion ist von besagten Arterien im Uebrigen nicht bedingt. — 7) Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 121. Man vergl. noch *Herberg, De erectione penis. Lipsiae* 1844. *Diss.*, sowie *Kobelt* a. a. O.

B. Organe der animalen Gruppe.

6. Der Knochenapparat.

§ 272.

Die Behandlung des Knochenapparats oder Knochensystems wurde schon im zweiten Theile unseres Werkes beim Knochengewebe (§ 152—161) fast vollständig geliefert, so dass es sich hier nur noch um einige Ergänzungen handelt, soweit sie die Verbindungsweise der Skeletstücke mit einander, die Gefässe und Nerven der Knochen, sowie die Ausfüllungsmassen ihrer Höhlungen betreffen.

Bekanntlich ist die Vereinigungsweise der Knochen eine verschiedene. Während bei dem Embryo überall anfangs solide Verbindungsmassen vorkommen dürften, bleibt in der späteren Periode nur ein Theil in dieser Art. Es entsteht so die *Synarthrosis* der Anatomen, als deren Erscheinungsformen die Nahtverbindung, *Sutura* und die Fuge, *Symphysis*, anzusehen sind. Bei anderen dieser ursprünglichen Verbindungsmassen entsteht ein Verflüssigungsprozess im Inneren, der zur Höhlenbildung führt, während sich die peripherischen Zellen jener Substanz zu dem Gewebe der Kapsel, ihrem Epithelium etc. umgestalten. Man bezeichnet diese Vereinigungsweise mit dem Ausdrucke der Gelenkverbindung, *Diarthrosis.* Bleibt, wie es bei Symphysen oftmals der Fall ist, der Verflüssigungsprozess des Innern auf einer früheren Stufe stehen, so bildet sich ein sogenanntes Halbgelenk (*Luschka*[1])). Letztere bieten im Uebrigen etwas Wechselndes und Unbestimmtes dar und lassen keine Synovialbekleidung der Innenfläche erkennen.

Was nun die einzelnen Formen der Knochenverbindung angeht, so wird die Naht durch den fälschlich sogenannten Nahtknorpel gebildet, einen feinen Streifen eines weisslichen, faserigen Bindegewebes. Die Symphyse geschieht durch hyaline Knorpelmasse, welcher sich bindegewebiger Knorpel und Bindegewebe hinzugesellen. Die Knochenenden sind hierbei von einer Lage hyaliner Knorpelmasse bekleidet, welche allein, äusserlich von Bindegewebe umhüllt, die Vereinigung vollzieht oder jener Knorpel geht allmählich mehr und mehr in bindegewebigen über, der reinem Bindegewebe stellenweise Platz machen kann. Schon

früher wurde dieser Textur beim bindegewebigen Knorpel § 124 gedacht. Halbgelenke stellen die *Symphysis ossium pubis*[2]) und *sacroiliaca*, und die Verbindungsmassen des zweiten bis siebenten Rippenknorpels mit dem Brustbein häufig oder fast als Regel dar. Ein näheres Eingehen ist Sache der deskriptiven Anatomie.

Was die Gelenke betrifft, so ist ihrer Knorpel in § 122 gedacht worden, ebenso § 124 der zuweilen vorkommenden *Labra cartilaginea*. Das Gewebe der Synovialkapseln erwähnt § 147. Sie sind im Uebrigen reich an Gefässen. Durch Umlagerung mit einem festen fibrösen Gewebe wird die Synovialkapsel vielfach bedeutend verstärkt. Die Epithelien der Gelenkhöhlen, soweit sie vorkommen, sind § 107 und die Gelenkschmiere § 114 geschildert. Ueber die Zwischengelenkknorpel, bindegewebeknorplige Scheiben, welche sich von der Synovialkapsel aus zwischen die Knochenenden in die Gelenkhöhle einschieben können, vergl. man § 124. Die Gelenkbänder bestehen aus Bindegewebe (§ 147).

Indem das Bindegewebe um die Synovialkapseln herum vielfach Fettzellen führt, drängen sich nicht selten, wie § 135 bemerkt ist, Anhäufungen derselben in Form von Falten in die Gelenhöhle herein, die sogenannten *Havers*'schen Drüsen darstellend. Häufiger und fast in allen Gelenken vorkommend sind falten- und franzenartige Einsprünge eines an Gefässen reichen Synovialgewebes meist ohne Fettzellen und nur zuweilen mit einzelnen dem Bindegewebe eingesprengten Knorpelzellen. Es sind die *Plicae vasculosae* der Gelenke. Aehnliche Bildungen treten auch in Halbgelenken, aber ohne Gefässe auf (*Luschka*).

Anmerkung: 1) *Luschka*, die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. — 2) Man vergl. noch *Aeby* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift, 3te Reihe. Bd. 4. S. 1.

§ 273.

Hinsichtlich der Blutgefässe des Knochens[1]) ist zu bemerken, dass die Beinhaut (§ 147) einen beträchtlichen Gefässreichthum führt, vorwiegender jedoch durchtretende, zur Ernährung des Knochengewebes bestimmte weitere Röhren, als bleibende, ihr angehörige feinere. Die letzteren bilden mässig entwickelte Kapillarnetze.

Um die Gefässanordnung des Knochengewebes zu verstehen, empfiehlt sich zunächst ein Röhrenknochen. Wie wir oben sahen, treten einmal zahlreiche Gefässe von der Beinhaut her in die Oeffnungen der hier mündenden *Havers*'schen Kanälchen (§ 152) ein und bilden daselbst ein weitmaschiges gestrecktes Netz weiter Röhren, welche jedoch öfters nicht den Charakter von wahren Haargefässen annehmen, sondern als kleine Arterien- und Venenzweigelchen zu betrachten sind. Dann findet sich bekanntlich an der Diaphyse eines derartigen Knochens ein einfacher oder doppelter weiterer Kanal (*Foramen nutritium*), in welchen ein Arterienstamm (*A. nutritia*) eindringt, um in die grosse Achsenhöhle zu gelangen. Hier zerfällt jener unter Bildung eines auf- und absteigenden

Astes allmählich in ein die Fettzellen des Markes (s. u.) umspinnendes Haargefässnetz, von welchem einzelne Röhren in die inneren Oeffnungen des *Havers*'schen Gangwerks sich einsenken, um mit den peripherisch vom Periost hergekommenen Gefässchen innerhalb jener zu anastomosiren. Auch in die Epiphysen erfolgt der Eintritt der Blutgefässe theils äusserlich (sei es in Form feiner Röhren der Beinhaut, sei es bei den hier zahlreicheren Ernährungslöchern in Gestalt stärkerer Stämmchen), theils durch zahlreiche Kommunikationen mit den Gefässen der Markkanälchen des Mittelstücks. Diese Gefässe halten daselbst einmal ebenfalls das *Havers*'sche Gangwerk ein, dann verbreiten sie sich in die Markräume. — Der Verlauf der Venen ist ein den Arterien analoger, indem einmal durch die grösseren und kleineren Ernährungslöcher austretende Venen das Blut aus dem Knochen wegführen und dann andere Stämmchen zur peripherischen Mündung der Markkanälchen hervor in das Periosteum zurückkehren. — Was nun die anders gestalteten Knochen, die kurzen und platten nämlich, angeht, so verhalten sich dieselben, wenn wir von den platten Schädelknochen absehen, in der Gefässanordnung den Epiphysen ähnlich. Durch die vielen Löcher der Knochenoberfläche treten zahlreiche feinere Arterien und Venen ein und aus, deren Endausstrahlungen jedoch mehr in den Markzellen als den spärlichen *Havers*'schen Kanälen zu treffen sind. Die platten Schädelknochen dagegen werden zwar ebenfalls durch Löcher der beiden Glastafeln mit zahlreichen feinen arteriellen Aesten versorgt, welche sich in den Stämmen der Diploe zum Haargefässnetz verzweigen. Die Venen jedoch liegen, wie *Breschet* fand, als sehr dünnwandige Röhren in weiteren, vielfach verzweigten knöchernen Kanälen, welche die Diploe in verschiedenen Richtungen durchziehen und theils in die äusseren Venen des Kopfes, theils diejenigen der *Dura mater* einmünden. — Die die Knochenenden überkleidenden Knorpel bleiben gefässlos. Lymphgefässe des Knochensystems sind nicht mit Sicherheit dargethan.

Die Nerven der Knochen[2]) halten in ihrer Anordnung ein ähnliches Verhältniss ein, wie die Blutgefässe. — Die Beinhaut ist reich an ihnen. Indessen geht die grösste Zahl einfach hindurch, um in den Knochen zu gelangen und eine geringe Anzahl gehört ihr wirklich an. Doch kommen in letzter Hinsicht nach den einzelnen Stellen weitere Differenzen vor, indem manchmal über grössere Strecken die Periostnerven ganz fehlen, anderen Ortes dagegen häufiger erscheinen. Sie sind von mittelstarken und breiten Fasern gebildet, welche unter Theilungen endigen.

Die Nerven treten mit den Blutgefässen, welche das Periost durchsetzten, als feine Stämmchen in die *Havers*'schen Kanäle ein; dann als stärkere Stämmchen durch die *Foramina nutritia*. Sie verbreiten sich von hier aus in der grossen Markhöhle. Die Endigungsweise ist noch unermittelt. Manche kurze und platte Knochen, wie die Wirbel, das Schulterblatt und die Hüftbeine sind recht nervenreich (*Koelliker*). Die Nerven der Knochen stammen grösstentheils vom Cerebrospinalsystem.

Die Gelenkkapseln sind ebenfalls reich an Nerven, arm dagegen die Bänder[3]).

Die Ausfüllungsmasse der Hohlräume der Knochen geschieht durch das sogenannte Knochenmark. Dasselbe kommt in doppelter Gestalt, aber mit Uebergängen, vor. In den langen Knochen namentlich bildet es eine gelbliche Substanz, welche bei mikroskopischer Untersuchung sich als ein mit sparsamen lockeren Bindegewebebündeln[4]) untermischtes Gewebe von Fettzellen (Fig. 356. *d. e*) zu erkennen gibt und bei der chemischen Analyse vorzugsweise (nach *Berzelius* bis zu 96 %) Neutralfette darbietet. (Man vergl. § 135 und 159.) In den Epiphysen dagegen, in platten und auch kurzen Knochen erscheint eine andere weichere, röthliche oder rothe Substanz, welche neben ähnlichem, aber noch spärlicherem Bindegewebe und einer mehr und mehr abnehmenden Anzahl der Fettzellen kleinere Zellen mit deutlichem Kerne und einem granulirten Inhalte zu führen pflegt. Letztere, 0,004 — 0,005‴ gross, sind identisch mit den Fig. 356. *b* gezeichneten Zellen aus dem Marke des Neugeborenen und gleich diesen die ähnlich gebliebenen Abkömmlinge der Knorpelmarkszellen (§ 159). Das rothe Mark enthält nach *Berzelius* in der Diploë 75,5 Wasser und 24,5 fester Theile, Proteinstoffe und Salze, aber nur Spuren von Fett.

Fig. 356.



Knorpelmarkzellen. *a* Aus dem Humerus eines 5monatlichen menschlichen Fötus; *b* aus dem gleichen Knochen des Neugeborenen; *c* sternförmige und zu Fasern (elastischen?) verschmelzende Zellen des ersteren; *d* Bildung der Fettzellen des Marks; *e* eine mit Fett erfüllte Zelle.

Anmerkung: 1) Neben den allgemeinen Werken von *Henle* (S. 817), *Gerlach* (S. 146), *Koelliker* (Bd 2. Abth. 1. S. 331) und *Todd* und *Bowman* (Vol. 1. p. 106) vergl. man *Breschet* in den *Nova Acta Acad. Leop.-Carol.* Bd. 13. P. 1. S. 361. — 2) *Koelliker* a. a. O. S. 287 Nerven im Periost beschrieben *Purkinje* (*Müller*'s Archiv 1845. S. 281), *Pappenheim* (ebendaselbst 1843. S. 441), *Halbertsma* (gleiche Zeitschrift 1847. S. 303), *Engel* (Zeitschrift der Wiener Aerzte, 4ter Jahrg. 1. S. 306), sowie *Gros* (*Comptes rendus Tome* 28. *p.* 1106). — Die Nerven des Knochengewebes sind schon den alten Anatomen theilweise bekannt gewesen. — Neben den meisten der beim Periosteum genannten Forscher s. man *Kobelt* (in *Arnold*'s Anatomie Bd. 1. S. 245) und *Beck* (Anat.-phys. Abhandlung über einige in Knochen verlaufende und an der Markhaut sich verzweigende Nerven. Freiburg 1846) und *Luschka* (die Nerven in der harten Hirnhaut. Tübingen 1850). — 3) *Rüdinger*, die Gelenknerven des menschlichen Körpers. Erlangen 1857. — 4) In der grossen Markhöhle der Röhrenknochen tritt dieses Bindegewebe, der Knochenfläche anliegend, massenhafter auf und bildet das sogenannte *Periosteum internum* oder *Endosteum*, die Markhaut, ohne jedoch eine dem Periost vergleichbare Membran wirklich darzustellen.

7. Der Muskelapparat.

§ 274.

Die hier in Betracht kommenden Gebilde haben bereits in dem zweiten Theile, namentlich beim Muskelgewebe in § 172—182 ihre Erörterung gefunden. Ueber den Bau der Sehnen[1]) handelte § 147 des Bindegewebes, in welchem auch der Fascien gedacht wurde. Ebenso wurde § 124 der Umstand erwähnt, dass die Sehnen nicht selten da, wo sie an Knochen sich inseriren, zwischen ihren Bindegewebebündeln Einlagerungen von Knorpelzellen darbieten und so einen bindegewebigen Knorpel darstellen. Dass auch im Innern von Sehnen das gleiche Knorpelgewebe sich entwickeln könne, wurde an derselben Stelle schon bemerkt. Es entstehen so die sogenannten Sesamknorpel. Kommt es zur Bildung einer analogen Knochenmasse, so erhalten wir die sogenannten Sesamknochen.

Die Schleim- oder Synovialscheiden der Sehnen, *Vaginae synoviales*, fanden schon bei den Sehnen ihre Erwähnung. Denselben Bau besitzen die Schleimscheiden der Muskeln und einen ähnlichen die sogenannten Schleimbeutel, *Bursae mucosae*. Die meisten dieser Bildungen stellen indessen keineswegs, wie man früher annahm, geschlossene seröse Säcke dar. Dieses kommt vielmehr nur hier und da annähernd vor. Ebenso findet sich ein Epithelialüberzug einfacher pflasterförmiger Zellen (§ 106) nur stellenweise und in das Bindegewebe der Wand können Knorpelzellen eingesprengt sein. Die Inhaltsmasse beiderlei Gebilde wurde bei Erörterung der Synovia (§ 114) angeführt.

Die Lymphgefässe der Muskulatur sind sparsam. Die Muskelnerven haben in § 190 beim Nervensysteme ihre Erörterung gefunden[2]).

Anmerkung: 1) Ueber den Bau der Sehnen erschien eine neue Arbeit von *Machik* (Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 34. S. 91). — 2) Wir tragen hier noch einige neuere Untersuchungen nach, welche uns erst nach beendigtem Drucke des Abschnittes vom Muskelgewebe zugekommen sind. — Die Beobachtungen *Rollet's* (§ 179) über Zuspitzungen und Endigungen von Muskelfäden innerhalb eines Muskels wurden von *Weber* (*Funke's* Physiologie, 2te Aufl. Bd. 1. S. 649) dahin erweitert, dass auch das andere entgegengesetzte Ende in gleicher Weise auslaufen kann. *Weber* betrachtet dieses Verhältniss, welches den Zellencharakter der quergestreiften Faser bezeugt, als normal. Auch *Herzig* (Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 30. S. 73) sah die beiderseitige Zuspitzung. Derselbe und *Biesiadecky* (ebendaselbst Bd. 33. S. 146) trafen daneben auch analoge rundliche und gekerbte Endigungsweisen des Fadens. — *Dubois* (*De fibrae muscularis reactione ut chemicis visa est acida. Berolini* 1859) fand, dass der frische lebende Muskel nur nach heftigen Anstrengungen sauer reagirt und dass die § 180 erwähnte sauere Beschaffenheit erst in Folge einer nach dem Tode sehr rasch eintretenden Zersetzung entsteht. — Ueber die Zusammenziehung der kontraktilen Faserzellen erhielten wir von *Meissner* (*Henle's* und *Pfeufer's* Zeitschrift, 3te Reihe, Bd. 2. S. 316) interessante Angaben. Gleich

der quergestreiften Faser wird auch das Element der glatten Muskulatur bei der Kontraktion kürzer und gedrungener und es erscheinen, jedoch nur auf einer Seite der breiten Fläche, zahlreiche Querrunzelungen, welche bei der Seitenansicht der Zelle ein sägeblattähnliches Ansehen verleihen.

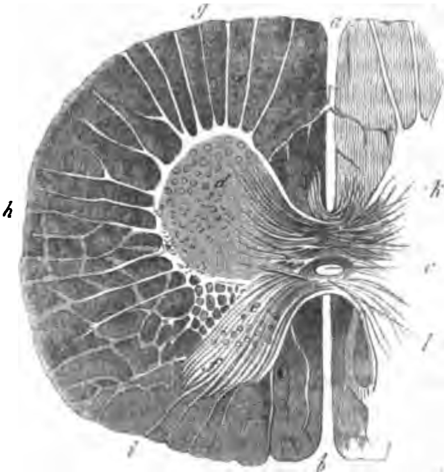
8. Der Nervenapparat.

§ 275.

Auch das Nervensystem hat in dem Abschnitte vom Nervengewebe (§ 183—197) grossen Theiles seine Erledigung gefunden. Uebrig geblieben indessen sind uns namentlich noch Rückenmark und Gehirn.

Das Rückenmark, *Medulla spinalis*, ein cylindrischer Strang, besteht aus einer inneren grauen oder grauröthlichen und einer äusseren weissen Masse. Erstere, durch das ganze Mark ein Kontinuum bildend, hat im Allgemeinen auf Querschnitten (Fig. 357) das Ansehen eines H, so dass man einen Mitteltheil und paarige vordere (*d*) und hintere (*e*) Hörner (*Cornua anteriora* und *posteriora*) unterscheidet. Im Mittelpunkte jener erscheint der feine Achsenkanal, *Canalis centralis* (*c*), das Ueberbleibsel des zum Cylinder geschlossenen fötalen Rückenmarks. Er wird von Flimmerepithelium bekleidet (§ 111 und Fig. 125. *c*).

Fig. 357.



Querschnitt des Rückenmarks vom Kalbe (nach *Ecker*). *a* Vordere, *b* hintere Längsspalte; *c* Centralkanal; *d* vordere, *e* hintere Hörner; *f Substantia gelatinosa*; *g* Vorderstrang mit den motorischen Wurzelbündeln; *h* Seitenstrang mit bindegewebigen Scheidewänden; *i* Hinterstrang mit den sensiblen Wurzelbündeln; *k* die vordere und *l* die hintere Querkommissur.

Die umlagernde weisse Substanz ist durch zwei tiefe mediäre Längsfurchen, eine vordere (*a*) und hintere (*b*) (*Fissura anterior* und *posterior*) tief eingeschnitten und zwar so, dass die beiden weissen Rückenmarkshälften nur unter dem Grunde der vorderen Längsspalte durch weisse Nervenmasse (*k*), die sogenannte weisse vordere Kommissur (*Comissura anterior*) zusammenhängen. Die weisse Substanz besteht aus drei unvollkommen von einander abgegrenzten paarigen Längssträngen, dem vorderen Strange, *Funiculus anterior* (*g*), dem seitlichen, *F. lateralis* (*h*) und dem hin-

teren, *F. posterior* (*t*). An der Grenze von Seiten- und Vordersträngen senken sich in das Mark bis in das vordere Horn die vorderen (motorischen) Wurzeln der Spinalnerven ein, während der Eintritt der hinteren (sensiblen) Wurzeln in analoger Weise an der Grenzlinie von Mittel- und Hinterstrang geschieht.

In histologischer Hinsicht ist die ganze Rückenmarksmasse von einem unentwickelten gefässführenden Bindegewebe durchzogen und von in diesem Gerüste gelegenen Nervenfasern und Ganglienzellen gebildet. Während indessen die weisse Substanz nur aus faserigen Elementen besteht, kommen in der grauen neben den Nervenröhren die Ganglienzellen vor. Die Ermittelung der weiteren Anordnung und Verbindung dieser Nervenelemente ist jedoch mit solchen Schwierigkeiten verbunden, dass mit dem Gehirn das Rückenmark den dunkelsten und unbefriedigendsten Theil der gegenwärtigen Gewebelehre bildet. Hierzu kommt noch der schon früher (§ 139) erwähnte Umstand, dass wir hier nicht mit überzeugender Sicherheit die Grenzlinie zwischen nervösen und bindegewebigen Bestandtheilen ziehen können. Während demnach von der einen Seite[1]) dem Bindegewebe im Rückenmarke eine sehr grosse Ausdehnung vindizirt wird, huldigt eine andere Partei[2]) einer völlig entgegengesetzten Auffassung.

Anmerkung: 1) So von *Bidder* und seinen Schülern. Man s. besonders über diese Lehre *Bidder* und *Kupffer*, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks S. 8. u. 24. — 2) So *Stilling* (Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Frankfurt und Kassel 1856—1858) und *von Lenhossek* (im 10ten Bande der Wiener Akademieschriften, Abth. 2. S. 1).

§ 276.

Die bindegewebige Substanz der Centralorgane des Nervensystems ist bereits § 139 im Allgemeinen besprochen.

Schon dort wurde angeführt, dass dieselbe um den Centralkanal des Rückenmarks rein (d. h. frei von nervösen Elementen) zu Tage tritt und die Wand desselben bildet. Man hat ihr hier verschiedene Namen gegeben, sie centralen Ependymfaden, grauen Centralkern, gelatinöse Centralsubstanz genannt. Sie besteht aus einer bald mehr homogenen, bald mehr streifigen oder auch sehr fein fibrillären Masse, in welcher man strahligen und spindelförmigen Bindegewebskörperchen begegnet, die durch fadenförmige Ausläufer mit den Flimmercylindern des Kanals zusammenhängen können (*Gerlach*, *Bidder* und *Kupffer*[1])) und früher irrthümlich als kleine Ganglienzellen gedeutet wurden[2]).

Der bindegewebige centrale Ependymfaden geht kontinuirlich an der Peripherie über in das reichliche bindegewebige Substrat, welches zum grossen Theile die ganze graue Masse bildet und als eine sehr zarte feinkörnige Substanz mit einzelnen kleinen rundlichen Zellen und einer Un-

zahl freier Kerne erscheint, welche früher ebenfalls für Nervensubstanz genommen wurden[3]). Von dem Rande der grauen Substanz erstreckt sich in abnehmender Mächtigkeit, bald spärlich, bald reichlicher das Bindegewebe in die weisse Masse. Auf dem Querschnitte des Rückenmarks sehen wir es in letzterer im Allgemeinen radienartig verlaufende Scheidewände bilden, welche durch zahlreiche Verbindungen dem Ganzen ein gitter- und netzförmiges Ansehen verleihen, so dass in dieser Art die querzerschnittenen Nervenbündel der Stränge in Form rundlicher, oblonger oder keilförmiger Einzelbündel erscheinen (Fig. 357. *h*).

Dieses bindegewebige Gerüste hängt nun mit der bindegewebigen Innenhülle des Rückenmarks, der *Pia mater* (§ 147), kontinuirlich zusammen. Es geschieht dieses namentlich von den beiden Längsspalten aus, von welchen, ebenso aber auch von der ganzen Peripherie her, die Blutgefässe (arterielle und venöse) in das Mark eintreten und in dem Gerüste desselben sich verzweigen, und zwar spärlich in der weissen, sehr reichlich jedoch in der grauen Masse.

Anmerkung. 1) Die *Gerlach*'sche Beobachtung für den Menschen ist § 111 Anm. 5 und Fig. 125. *c* erwähnt. Aehnliches für das Rückenmark der Fische und Frösche fanden die beiden Dorpater Forscher (*l. c.* S. 44). — 2) *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 413. — 3) Dieselbe ist wieder in neuester Zeit von *Henle* (in seinem und *Meissner*'s Jahresberichte für 1857. S. 62) als Nervenmasse angesprochen worden.

§ 277.

Fig. 358.



Verschiedene Nervenfasern; *f. g. h* centrale. Die Faser *g* wird oberwärts * als Achsencylinder zum Fortsatz einer Ganglienzelle.

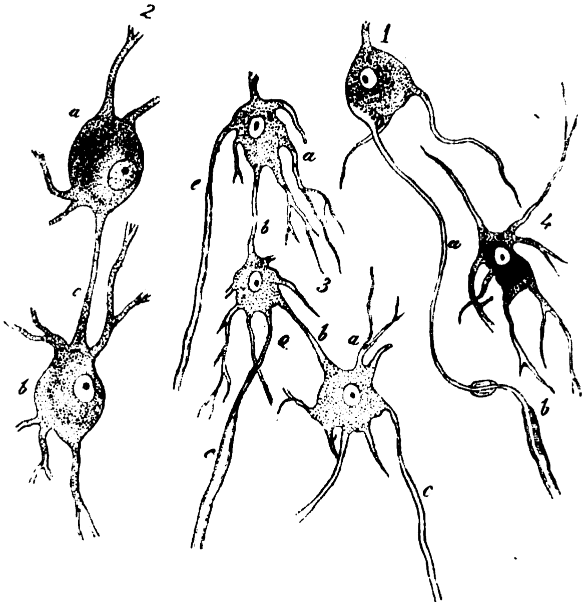
Nach Erörterung dieser bindegewebigen Grundlage gehen wir zur Besprechung der nervösen Elemente des Rückenmarks[1]) über. Ihre Anordnung lässt sich wenig am frischen Mark, viel besser an in Alkohol oder Chromsäure erhärteten Präparaten erforschen. Auch die *Gerlach*'sche Karminfärbung ist von Wichtigkeit.

Die weisse Substanz zeigt uns, wie bereits bemerkt, nur Nervenfasern. Dieselben tragen den Charakter centraler (Fig. 358. *f. g. h*), d. h. sie besitzen eine sehr zarte Primitivscheide, so dass wir sie vielfach nur in Fragmenten erhalten, zeigen Neigungen zu Varikositäten (§ 185) und führen deutliche Achsencylinder. Ihre Quermesser können von 0,00125—0,004''' angenommen werden, so dass also neben feinen auch recht breite Nervenfasern existiren. Doch ist die fei-

nere Formation die bei weitem überwiegende und der Mehrzahl der betreffenden Fasern kann eine Dicke von 0,001667—0,002''' zugeschrieben werden.

Der Verlauf der Nervenröhren in den drei weissen Marksträngen ist fast ganz ein longitudinaler, wie in einem peripherischen Nervenstamme. Da wo man auf quer- und schräg verlaufende Faserbündel stösst, sind es zunächst die von den grauen Hörnern kommenden Wurzelbündel der Spinalnerven, welche noch mit dem Charakter centraler Fasern im Allgemeinen einfach die weissen Längsstränge durchsetzen, indem nur ein Theil der sensiblen Wurzelfasern umbiegend den hinteren und auch seitlichen Rückenmarkssträngen sich anschliesst (*Wagner* und *Schroeder van der Kolk*). Dann aber besteht wenigstens theilweisse die vordere weisse Kommissur aus sich kreuzenden, von dem einen Vorderhorne zum anderen tretenden Querfasern nervöser Natur (*Koelliker*, *Bidder* und *Kupffer*). Ein Uebergang dieser Kommissurfasern unter Umbeugung in die Nervenröhren der Vorderstränge findet nicht statt. Endlich sieht man nach der Grenze der grauen Masse zahlreiche Fasern der weissen Stränge, den senkrechten Verlauf verlassend, in die graue Substanz umbiegen, um hier zu verschwinden.

Fig. 359.



Multipolare Ganglienzellen aus dem Gehirn des Menschen. 1 Eine Zelle, deren einer Fortsatz *a* zum Achsencylinder einer Nervenfaser *b* wird; 2 eine Zelle *a* mit der andern *b* durch eine Kommissur *c* verbunden; 3 Schema dreier Zellen *a*, durch Kommissuren *b* zusammenhängend und in Nervenfasern *c* ausgehend; 4 eine mit schwarzem Pigment erfüllte multipolare Zelle (theilweise nach *Wagner*).

In der **grauen Masse** dagegen treffen wir neben **Nervenfasern**, welche aber feiner als die der weissen Substanz sind, die **Ganglienzellen** eingebettet. Sie sind wohl gleich denjenigen des Gehirns, wie wir schon § 187 erwähnten, nur sogenannte multipolare (Fig. 359). Alle angeblich apolaren, uni- und bipolaren verdanken nur einer Verstümmelung ihren Ursprung (*Wagner*). — Doch wird dem von einem neueren Beobachter, *Jacubowitsch*, widersprochen, indem derselbe, wie im ganzen Centralsystem, so auch überall im Rückenmark, noch eine kleinere Form bipolarer Ganglienzellen für natürliche Vorkommnisse erklärt. — Das Schicksal der Ausläufer ist ein verschiedenes, indem ein Theil als Achsencylinder in Nervenfasern sich fortsetzt, andere zu Kommissuren von Ganglienzellen benützt sind und möglicherweise noch ein dritter Theil unter fortgehender Verzweigung zu sehr feinen Fäden einem anderen Geschicke entgegengeht, von welchem bei dem kleinen Gehirn die Rede sein wird.

Am genauesten gekannt sind die Zellen der vorderen (und grösseren) Hörner. Dieselben sind, wenn auch im Einzelnen wechselnd, doch im Allgemeinen die grösseren und zeigen uns bei wechselnder Inhaltsmasse die ansehnlichste Zahl der Fortsätze und zwar bis 12 und 20 (*Wagner*). .Sie liegen meistens am zahlreichsten im vorderen und äusseren Theile des betreffenden Hornes und bilden hier vielfach haufenartige Gruppirungen (*Schroeder van der Kolk* u. A.). Indessen kommen sie auch an anderen Stellen des Vorderhorns vereinzelt vor. Von ihren Fortsätzen gestaltet sich der eine nach längerem Verlaufe zur markhaltigen Nervenfaser und zwar einer Faser der vorderen motorischen Wurzel. Ueber diesen Gegenstand herrscht unter den meisten Forschern der Gegenwart eine erfreuliche Uebereinstimmung, wie ich denn mich auch hiervon überzeugt habe. Ein zweiter Fortsatz verläuft von dem Vorderhorn der einen Seite querüber zu dem entsprechenden Theile der anderen Rückenmarkshälfte, um sich in eine gleiche Zelle einzusenken. Diese sich kreuzenden Kommissurfäden stellen eben die vorhin erwähnte vordere weisse Querkommissur her. Ferner dienen andere, meist kurze Fortsätze (Fig. 359. 2. *c*. 3. *b*) zur Verbindung benachbarter Ganglienzellen desselben Horns, so dass auf diesem Wege ganze Gruppen unserer Zellen und zwar nicht blos in der Fläche, sondern auch abwärts und aufwärts durch zahlreiche Kommissuren netzartig verbunden sind, um physiologische Einheiten herzustellen. Aber auch entfernter gelegene derartige Zellen können, wie es scheint, durch ähnliche längere Verbindungsfäden im Zusammenhang stehen (*Schroeder van der Kolk*). Endlich soll, wie von der Dorpater Schule behauptet und auch von *Wagner* angenommen wird, noch ein Fortsatz der Ganglienzelle zu einer Nervenfaser sich gestalten, welche nach hinten und auswärts verlaufend in die hintere sensible Rückenmarksnervenwurzel eintritt. Für niedere Wirbelthiere steht dieser Ursprung fest[2]).

Das hintere Horn ist im Allgemeinen kleiner und in seinem hinteren Theile aus einer lichteren Masse (*S. gelatinosa* von *Rolando*) bestehend,

welche schon das unbewaffnete Auge zeigt und deren Ansehen auf Bindesubstanz zu beziehen ist. Durchsetzt wird diese gelatinöse Substanz von Bündeln ächter Nervenfasern, welche sich zur hinteren Wurzel sammeln. Doch laufen nicht alle sensiblen Wurzelfasern durch jene hindurch.

Dem hinteren Horn werden irrthümlich von *Bidder* und seinen Schülern die Ganglienzellen abgesprochen, über deren Existenz für Mensch und Säugethier kein Zweifel herrschen kann. Dieselben nehmen wohl in der Regel nicht die gelatinöse Substanz, sondern den vorderen Theil und die Basis der Hinterhörner ein. Sie sind kleiner als die Ganglienzellen des Vorderhorns und die Zahl ihrer Ausläufer ist eine geringere, nur 3—6 betragende (*Wagner*). Da die Beobachtung des hinteren Hornes schwieriger ist als die der vorderen, fallen die auf die Anordnung der Nervenelemente befindlichen Thatsachen hier noch dürftiger aus.

Dass auch diese Zellengruppen durch kürzere Kommissurfäden nach Art der vorderen mit einander in Verbindung stehen (*Wagner, Jacubowitsch*), scheint unzweifelhaft. Ebenso dürften die Verbindungsfäden zwischen den Zellen des einen Hinterhorns mit denjenigen des anderen ebenfalls vorkommen (*Wagner* und *Jacubowitsch*), wie denn auch *Bidder* mit *Kupffer*[3]) an der Basis der *Cornua posteriora* querlaufende Nervenfasern fand. Dann scheinen einzelne Ausläufer unserer Zellen die Bedeutung von Verbindungsfäden mit den grossen multipolaren Ganglienzellen der gleichen Rückenmarkshälfte zu besitzen (*Wagner, Jacubowitsch*). Ausserdem geht ein Fortsatz, zur sensiblen Nervenfaser sich umwandelnd, in die hintere Spinalnervenwurzel über, ähnlich wie die Zellen des Vorderhorns in die motorischen Wurzeln ihren Ausläufer schicken.

Endlich — und es ist dieses ein Umstand von grösster physiologischer Bedeutung — steigen wohl aus beiderlei Zellengruppen zahlreiche Fortsätze nach oben, nicht nur um in höher befindliche Ganglienzellen sich einzusenken, sondern auch umbiegend sich der weissen Masse der Rückenmarksstränge zuzugesellen oder, richtiger gesagt, diese Strangsysteme zu bilden und so in das Gehirn zu gelangen. Letztere dienen der willkührlichen Bewegung wie der bewussten Empfindung. Für die vorderen Zellengruppen ist dieses Verhältniss bei niederen und höheren Wirbelthieren dargethan — und wohl auch für die hinteren Zellen höherer Geschöpfe (*Jacubowitsch*). Im Uebrigen geht, wie schon bemerkt wurde, ein Theil der sensiblen Rückenmarkswurzelfasern beim Eintritt in die weisse Substanz sich umbiegend mit dem hinteren Strange unmittelbar nach aufwärts, ohne mit den Zellen sich zu verbinden (*Wagner, Schroeder van der Kolk*), während bei den motorischen Wurzelfasern dieses unmittelbare Emporsteigen von Nervenröhren nicht vorkommt (*Bidder*). Auch darin scheinen sich die aufsteigenden Fasern der vorderen und hinteren Zellengruppen zu unterscheiden, dass die ersteren erst im verlängerten Marke sich kreuzen, während die letzteren der Ursprungsstelle nahe schon im Rückenmark eine Kreuzung erleiden.

Jacubowitsch hat die Zellen der Vorderhörner als »motorische«

den kleineren der Hinterhörner, den »sensiblen« entgegengestellt. Dieser Forscher unterscheidet endlich noch eine dritte Zellenform, welche überall in der grauen Rückenmarksmasse, aber mit bezeichnenden Differenzen für die einzelnen Stellen vorkommen soll, kleiner, mit regelmässigeren Kontouren und nur zwei Ausläufern versehen ist. Er nennt sie die »sympathische« Ganglienzelle. Von den gleichen Zellen peripherischer Ganglien soll sie die halbe Grösse trennen. Die Folgezeit wird über diese Annahmen zu entscheiden haben[4]).

Bekanntlich endigt nach unten das Rückenmark zugespitzt als sogenannter *Conus medullaris* und über die Spitze des letzteren erstreckt sich die *Pia mater* als Schlauch, *Filum terminale*, noch hinaus. Letzteres ist wohl nur bindegewebiger Natur. Im *Conus medullaris* treffen wir die Nervenstränge zuerst nur als vorderes und hinteres System und das seitliche fehlt (*Jacubowitsch*[5])). Die grösseren Ganglienzellen werden ebenso anfänglich noch vermisst, wie *Jacubowitsch* berichtet, während nach *Bidder* und *Kupffer*[6]) Zellen und Nervenfasern gleichzeitig auftreten.

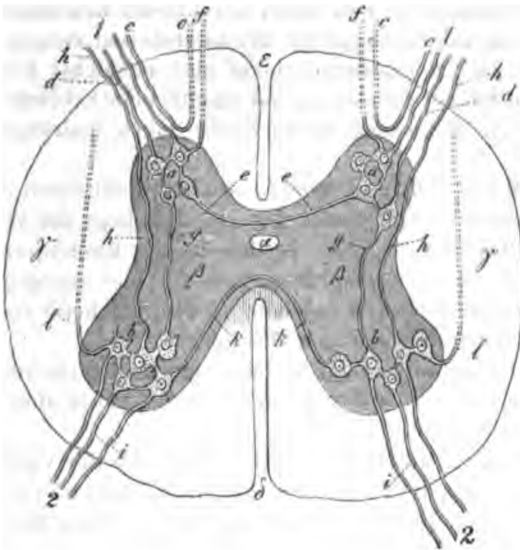
Anmerkung: 1) Neben den bei § 187 citirten Dorpater Arbeiten vergl. man besonders *Clarke* in den *Phil. Transact.* 1851. *P.* 2. *p.* 607 und 1853. *P.* 3. *p.* 347 und in den *Archives of medicine* 1858. 3. *p.* 200; *Wagner* in den Neurol. Untersuchungen S. 157; *Bidder* und *Kupffer* a. a. O.; *Schroeder van der Kolk*, Bau und Funktionen der *Medulla spinalis* und *oblongata*. Uebersetzt von *Theile*. Braunschweig 1859. S. 22; *Jacubowitsch*, Mittheilungen über die feinere Struktur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857, sowie *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 410 und Handbuch S. 282; *Todd* u. *Bowman Vol.* 1. *p.* 255 und die Arbeiten *Stilling*'s und *Lenhossek*'s (*l. l. c. c.*). Eine recht klare und lichtvolle Zusammenstellung gibt *Funke* in s. Physiologie, 2te Aufl. Bd. 2. S. 348. — Der enge Raum verbietet uns in kritische Erörterungen anderer zum Theil sehr abweichender Ansichten einzutreten. — 2) *Owsjannikow* a. a. O. — 3) a. a. O. S. 66. — 4) Diese sympathischen Zellen sind schon in Abrede gestellt worden von *Koelliker* (Handbuch S. 297) und *Owsjannikow* (in *Virchow*'s Archiv Bd. 15. S. 150). — 5) a. a. O. S. 9. — 6) *l. c.* S. 69.

§ 278.

Um in diesen verwickelten und noch so unsicheren Texturverhältnissen wenigstens einen vorläufigen Leitfaden für ein physiologisches Verständniss zu gewinnen, wollen wir noch hier einen Versuch über die Anordnung der Rückenmarksfaserung anreihen, welchem wir freilich nur die Geltung einer zur Zeit wahrscheinlichen Hypothese zuerkennen. Das beistehende Schema (Fig. 360) mag zur Versinnlichung dienen.

Geht man von den hinteren Rückenmarkswurzeln (1) aus, so steigt ein Theil ihrer Fasern, welcher der bewussten Empfindung dient, umbiegend in dem hinteren und auch dem seitlichen Strange zum Gehirn empor (*c*). Andere dieser Wurzelfasern (*d*) senken sich in die netzartig verbundenen Zellen des Hinterhorns (*a*) ein. Von diesen Zellen gehen zu den gleichen der anderen Hälfte des Marks Verbindungsfäden herüber (*e*), ferner zum Gehirn emporsteigende Nerven (*f*), ebenfalls mit bewusster

Fig. 360.



Schematischer, sehr vereinfachter Querschnitt des Marks. *α* Centralkanal; *β* graue, *γ* weisse Substanz; *δ* die vordere, *ε* die hintere Fissur. *1* Die hintere, *2* die vordere Spinalwurzel. *a* Zellen des hinteren, *b* des vorderen Theiles der grauen Substanz, beide mit ihren zahlreichen Kommissuren in Verbindung stehend; *c* eine Nervenfaser der hinteren Wurzel, nach oben umbiegend und zum Gehirn emporsteigend (punktirt gehalten); *d* zwei Fasern desselben Stranges in die hinteren Ganglienzellen sich einsenkend; *e* Verbindungsfaden zwischen den hinteren Zellen beider Rückenmarkshälften; *f* eine aus diesen Zellen kommende und zum Gehirn aufsteigende Faser; *g* Verbindungsfaden der hinteren Zellengruppe zur vorderen; *h* Nervenfaser der hinteren Spinalwurzel möglicherweise direkt zu einer vorderen Zelle gehend; *i* motorische Nervenröhren der vorderen Wurzel, in die Vorderzellen sich einsenkend; *k* Verbindung zu den Zellen der andern Hälfte; *l* ein zum Gehirn direkt aufsteigender Faden.

Empfindung betraut. Endlich senden die Zellen des Hinterhorns zu denen des vorderen (*g*) Kommissurfäden. Möglicherweise senken sich selbst Fäden der hinteren Spinalwurzeln (*h*) direkt in die vorderen Zellen ein. Sie oder die bei *g* gezeichneten werden zur Erzielung von Reflexbewegungen dienen. Die Zellen des Vorderhorns, abermals netzartig verbunden (*b*), lassen die motorischen Nervenfasern (*i*) der vorderen Wurzeln (2) entspringen. Ebenso stehen sie mit denen der anderen Hälfte durch Verbindungsfäden im Zusammenhang (*k*) und geben in den vorderen und seitlichen Strängen aufsteigende Nerven zum Gehirn empor (*l*). Durch die Fäden *k* entstehen, namentlich beim Reflexe, gleichzeitige Bewegungen in entsprechenden Theilen beider Körperhälften; durch die Fasern *l* erfolgen die Impulse zu willkührlicher Bewegung vom Hirn her.

§ 279.

Wie die vorigen § lehrten, gestattete der gegenwärtige Zustand des Wissens nur sehr unsicher bei der Fülle sich widersprechender Angaben eine Erkenntniss der Anordnungsverhältnisse im Rückenmark.

Noch viel dürftiger fallen unsere Kenntnisse der Textur des verlän-

gerten Markes und des Gehirns aus. Haben wir auch hier die gleichen Gewebeelemente wie in der *Medulla spinalis* im Wesentlichen wieder vor uns, so setzt der verwickelte Bau dieser Gebilde der Erkenntniss der feineren Anordnung fast unübersteigliche Schwierigkeiten entgegen. Wir werden uns deshalb hier nothgedrungen auf eine möglichst kurze Darlegung zu beschränken haben, da eine irgend ausführliche Erörterung des so widerspruchsreichen Materiales nicht Sache eines gedrängten Lehrbuches sein kann.

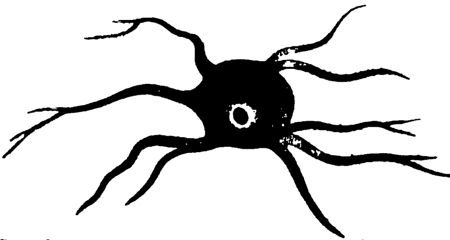
Das verlängerte Mark, *Medulla oblongata*, stellt einen der wichtigsten Theile des Centralnervensystems dar. In ihm liegt die Verbindung von Gehirn und Rückenmark vor, in ihm ist der Knotenpunkt zahlreicher verbindender Faserzüge der Gehirnnerven und die Ursprungsstelle eines grossen Theiles der letzteren gegeben. In ihm erscheint endlich das Centralorgan der Athembewegungen (*Flourens*).

Die vorhandenen Untersuchungen des verlängerten Marks stammen namentlich von *Stilling* und *Schroeder van der Kolk* her[1]), gehen aber in vielem Einzelnen sehr auseinander.

An dem verlängerten Marke treten bekanntlich zur Seite der vorderen Längsspalte die sogenannten Pyramiden mit ihrer Durchkreuzung, *Decussatio pyramidum*, auf. Nach aussen von ihnen finden sich, umfasst von aufsteigender Fasermasse, die Oliven. Nach hinten erscheinen die strangförmigen Körper, *Corpora restiformia*, an welchen man den vorderen Strang, *Fasciculus lateralis*, sowie die beiden hinteren Stränge, den keilförmigen, *F. cuneatus*, und den zarten, *F. gracilis*, unterscheidet. Der Centralkanal rückt im verlängerten Marke nach hinten und öffnet sich durch Divergenz seiner Wandungen zum *Sinus rhomboideus* oder *Calamus scriptorius*, welcher nach vorne und oben zur vierten Hirnhöhle wird. Hierdurch muss natürlich eine andere Anordnung der grauen Masse wie im Rückenmark entstehen. Auf Querschnitten sieht man, wie dieselbe unter dem Boden der Rautengrube ausgebreitet ist und zwar wohl so, dass ihre den Hinterhörnern korrespondirende Partie mehr nach aussen, die den vorderen Hörnern entsprechende Lage, welche in einzelne getrennte Massen, sogenannte Kerne, zerspalten ist, der Mittellinie zunächst liegt. Neben dieser Lokalität findet man die graue Substanz noch massenhaft in den Oliven und im *Fasciculus lateralis* der *Corpora restiformia*, weniger dagegen im *F. gracilis* und *cuneatus*. Daneben kommen noch zahlreiche kleinere Ansammlungen vor.

Untersucht man diese Massen näher, so trifft man auch hier die bekannten multipolaren Ganglienzellen mit ihren Ausläufern netzförmig zu Gruppen vereinigt[2]) und mit anderen Fortsätzen zu Nervenfasern werdend. Grosse vielstrahlige Ganglienzellen (Fig. 364 und Fig. 359. 2) kommen namentlich an der *Ala cinerea* hinten am *Calamus scriptorius* und dem *Locus coeruleus* am Boden der vierten Hirnhöhle vor[3]). — Die weisse Substanz zeigt uns theils längs-, theils querlaufende Nervenfasern.

Fig. 361.



Ganglienkörper vom *Locus coeruleus* des Menschen. (Kopie nach *Ecker*.)

Es entsteht die Frage: welche Theile des verlängerten Markes entsprechen den Rückenmarkssträngen und welche sind neu hiuzugekommen, seien es hier entspringende, um im Gehirn zu endigen oder umgekehrt vom Gehirn herabgestiegene, um in der *Medulla oblongata* aufzuhören? Hierüber herrscht leider keine Uebereinstimmung.

Nach den Untersuchungen *Schroeder van der Kolk*'s gehen von den drei Rückenmarkssträngen allein die vorderen durch das verlängerte Mark unmittelbar zum Gehirn weiter und zwar sind sie es, welche nach vorheriger Kreuzung die Pyramiden wesentlich bilden*). Die Seitenstränge endigen gänzlich oder zum grösseren Theile in dem verlängerten Marke auf der Höhe der Vaguswurzeln und deren Ursprungsmasse in Ganglienzellen, von denen dann verbindende Nervenfasern zum Gehirn emporgehen. Indem die seitlichen Stränge des Rückenmarks die Bahnen für die Rumpf- und Athemmuskeln enthalten, wird dieses Endigen begreiflich, ebenso, dass Reizung des Vagus als Reflex Athembewegungen herbeiführt, wie endlich auch die zum Gehirn laufenden Verbindungsfäden die Bahn für die Anregung willkührlicher Athembewegungen gewähren müssen. Auch der grösste Theil der Hinterstränge endigt in dem verlängerten Marke, ein kleinerer Theil geht zum Gehirn unmittelbar empor; die anderen stehen nur mittelbar durch neue Faserursprünge ihrer Ganglienzellen mit jenem in Verbindung. Ueberhaupt soll gerade die *Medulla oblongata* wesentlich Sitz des Empfindungsvermögens sein.

Als neue Bildungen des verlängerten Marks erscheinen die *Corpora restiformia* mit den Keil- und zarten Strängen, Fasermassen, welche besonders aus dem kleinen Gehirn herkommen und in der *Medulla oblongata* endigen, wobei sie grösstentheils in die Querfaserung derselben sich fortsetzen. Auch die hinter den Pyramiden gelegenen Fasern, welche für *Stilling* die umgelagerten vorderen Rückenmarksstränge bilden, stellen nach *Schroeder van der Kolk* ähnliche, aber vom grossen Gehirn, den Streifen- und Sehhügeln sowie den Hirnstielen herablaufende Faserungen dar, bestimmt in den Ursprungsstellen der vom verlängerten Marke ausgehenden Hirnnerven, ebenso auch in den Oliven zu endigen. Dann erscheinen als bedeutungsvolle Neubildungen in starker Entwicklung Systeme von Querfaserungen, dienend zur innigen anatomischen wie physiologischen Verknüpfung der beiden Hälften des verlängerten Marks, um so die symmetrischen spontanen wie reflektirten (Athem-) Bewegungen beider Körperhälften herbeizuführen. Diese Querkommissuren stammen einmal von den *Corpora restiformia*; dann gehen sie von den Oliven und

endlich von den grauen Ursprungsstellen der Nerven des verlängerten Marks aus.

Neben einigen andern grauen Kernen werden die Oliven von *Schroeder van der Kolk* als »Hülfsganglien« betrachtet. Sie stehen namentlich mit dem Hypoglossus im Zusammenhang.

Die an dem Vagusursprunge endigenden Seitenstränge sind nach jenem Beobachter endlich mit dem Vaguskerne durch eine accessorische Ganglienmasse verbunden.

Die Kreuzung der Nerven des verlängerten Markes geschieht nicht durch die Stämme. Es erfahren vielmehr nur die aus ihren Kernen entspringenden und zum Gehirn bestimmten Verbindungsbündel diese Anordnung, so dass sich also das Verhalten wiederholt, wie wir es bei den sensiblen Spinalwurzeln (§ 277) fanden.

Was die Varolsbrücke, *Pons Varolii*, betrifft, so besteht dieselbe, abgesehen von zahlreichen Anhäufungen grauer Masse, in welcher multipolare Ganglienzellen[5]) von verschiedener Grösse sich finden, aus Strängen und Bündeln weisser Nervenmasse. Dieselben laufen einmal quer und erscheinen so oberflächlich wie in der Tiefe, um theilweise in die *Crura cerebelli ad pontem* überzugehen. Durchsetzt werden sie von längslaufenden Fasermassen, welche theils Fortsetzungen der *Medulla oblongata* (Pyramidenbündel), theils ihr vom Gehirn abwärts zugeschickte Kommunikationsbündel darstellen und grossentheils den Weg durch die Hirnstiele, *Pedunculi cerebri*, nehmen.

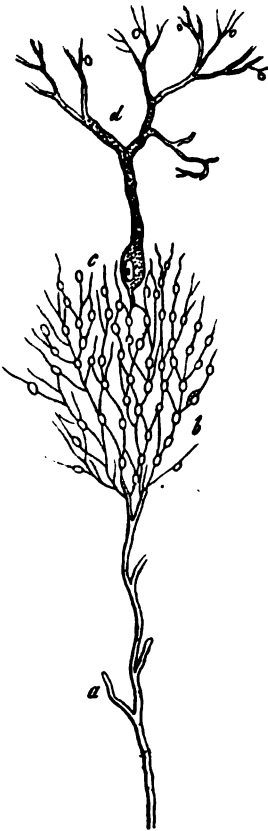
Anmerkung: 1) *Stilling*, Ueber die *Medulla oblongata*. Erlangen 1842 und über den Bau des Hirnknotens oder der *Varoli*'schen Brücke. Jena 1846; *Schroeder van der Kolk*, Bau und Funktionen der *Medulla spinalis* und *oblongata* S. 85. Man vergl. ferner *Koelliker*'s grosses Werk Bd. 2. Abth. 1. S. 451; *Lenhossek* und *Jacubowitsch l. l. c. c.* — 2) Nach *Stilling* treten die Vorderstränge des verlängerten Markes ganz nach hinten und die Pyramiden stellen eine Neubildung dar. Nach *Koelliker* treten seine Stränge nur mit einem kleinen Theile in die Aussenpartie der Pyramiden ein, während ihre Hauptmasse die Oliven als Olivenstränge umfasst. Nach letztgenanntem Forscher gehen die seitlichen Stränge nur zu einem kleinen Theil in die *Corpora restiformia* über. Ihre Hauptmasse bildet vielmehr die Pyramiden. Die Hinterstränge des Rückenmarks endlich sollen sich als *Fasciculus cuneatus* und *gracilis* erhalten. — 3) Die Entdeckung dieser Ganglienzellennetze für das Gehirn überhaupt verdankt man *Wagner* (Neurol. Unters. S. 51). — 4) Nach *Jacubowitsch* sollen die grossen motorischen Nervenzellen der *Medulla oblongata* fast ganz abgehen (indem sie mit den *Pedunculi s. Crura cerebelli ad medullam oblongatam* in's kleine Gehirn treten), während mit der Substanz der Hinterhörner die sensiblen Ganglienkörper sehr überhand genommen hätten. — 5) Hier erscheinen nach *Jacubowitsch* wieder Bewegungszellen.

§ 280.

Das kleine Gehirn, *Cerebellum*[1]), besteht wesentlich aus Ansammlungen weisser Nervenmasse, indem graue Substanz nur an der Decke des vierten Ventrikels, im *Nucleus dentatus* und als Belegungs-

schicht an der Oberfläche der Windungen vorkommt. Die markhaltigen Nervenfasern besitzen nach *Koelliker* eine mittlere Breite von 0,002''' mit Extremen von 0,0012—0,004'''. Die Kleinhirnschenkel, nämlich die *Crura cerebelli ad pontem*, *ad cerebrum* (*corpora quadrigemina*) und *ad medullam oblongatam*, bestehen nur aus neben einander laufenden Nervenfasern ohne Ganglienkörper. Die graue Substanz zeigt sich nach diesem Beobachter als eine dünne Lage an der Decke der vierten Hirnhöhle über dem unteren Marksegel mit grossen dunkel pigmentirten Ganglienzellen, während im *Nucleus dentatus* kleinere blassere Nervenzellen getroffen werden.

Fig. 362.



Ein Ganglienkörper aus der grauen Masse der Kleinhirnwindungen in schematischer Darstellung nach *Gerlach*. *a* Die Nervenfaser in der weissen Substanz mit Theilungen; *b* die Körner mit ihren feinen ausstrahlenden Fäserchen in netzartiger Verbindung, übergehend in die Ganglienzelle *c*; deren Ausläufersystem nach aussen bei *d* zum Theil mit Körnern an den Endästen.

Auffallende Texturverhältnisse birgt dagegen die graue Rindenschicht des Cerebellum. Dieselbe wird bekanntlich aus einer inneren rostfarbenen und einer äusseren grauen Lage hergestellt. Ueber die Beschaffenheit derselben haben wir werthvolle Aufschlüsse durch *Gerlach*[2]) erhalten, die, weil sie wenigstens theilweise kürzlich von anderer Seite für das Cerebellum (*Hess*[3])) bestätigt und auch für die Windungen der Halbkugeln des grossen Gehirns (*Berlin*[4])) getroffen worden sind, eine besondere Bedeutung gewinnen.

Gegen die Grenze der rostfarbenen Lage treten die Nervenröhren pinselförmig ausstrahlend von der weissen Masse ab (Fig. 362. *a*). Hier unterliegen sie vielfachen Theilungen, so dass an der Grenze nur feine Röhren bis herab zu 0,001''' getroffen werden. Schon hier kann ihr Verlauf durch Einschiebung einzelner rundlicher Körner (kleiner Zellen oder Kerne) von 0,003—0,004''' unterbrochen werden, welche letztere in der rostfarbenen Schicht in grösster Mächtigkeit auftreten, so dass dieselbe den Namen der »Körnerschicht« des Cerebellum verdient (*Gerlach*). Hier kommen solche Einlagerungen bei fortgehender ausserordentlicher Verfeinerung der Nervenfaseräste noch viel häufiger vor (*b*).

An der Grenze der grauen Schicht, welche aus den Körnern, Zellen und Fasern in feinkörnigem bindegewebigen Stroma besteht (»Zellenschicht« von *Gerlach*), liegen in einfacher Lage die schon vor längeren Jahren von *Purkinje* entdeckten, grossen multipolaren Ganglienzellen von länglich runder Gestalt ohne Pigmentirung des Zelleninhaltes (*c*). Sie schicken zweierlei Fortsätze ab, feine (einfach oder doppelt) nach Innen gegen die Körnerschicht, welche sich mit den hier befindlichen feinen körnerführenden Nervenzweigen verbinden, und breitere nach der Peripherie, die in ganze Astsysteme bis zu höchst feinen Terminalzweigen zerfallen und sich ebenfalls in ihrem radienförmig nach aussen gerichteten Zuge von daselbst vorkommenden Körnern unterbrochen zeigen (*d*), wie denn auch die feinen Astsysteme der rostfarbenen Schicht, wenn sie keine Ganglienzelle trafen, hier in der äusseren grauen Lage noch zur Verbindung mit dem stark verzweigten Astsysteme des Ganglienkörpers gelangen dürften. Ueberhaupt führt die geringere Zahl der Ganglienzellen wohl mehrfache Verbindungen einer solchen mit Endästen der Nervenröhren herbei. Das Ende der Nervenfasern des Cerebellum könnte daher zu einem grossen Theile in der grauen Substanz der Kleinhirnwindungen zu suchen sein[5]).

Diese sonderbare Form der Ganglienzelle (nach der im Rückenmark noch zu forschen ist) dürfte möglicherweise mit den psychischen Thätigkeiten in nächster Verknüpfung stehen[6]).

Anmerkung: 1) *Koelliker's* Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 446 und Handbuch S. 303. — 2) *Gerlach's* Mikr. Studien S. 1. — 3) *Hess, De cerebelli gyrorum textura disquis. microscop. Dorpati* 1858. *Diss.* — 4) *Berlin*, Beiträge zur Strukturlehre der Grosshirnwindungen. Erlangen 1858. Diss. — 5) Wir verweisen auf den unten folgenden Abschnitt von der Retina des Auges. — 6) *Koelliker* (Handbuch, 3te Aufl. S. 307) stellt diese von *Gerlach* behauptete Theilung der Nervenröhren, ebenso die Verbindung mit den von den Körnern ausstrahlenden feinen Fäden ganz in Abrede und ist geneigt dieselben zu einem »indifferenten Stroma« gehörig, also als Bindegewebskörperchen zu betrachten. Die Verbindung der Nervenfasern mit den Ganglienkörpern nimmt auch er an, so jedoch, dass jeder ihrer zahlreichen Ausläufer zu einer Nervenfaser werde.

§ 281.

Wir heben endlich noch Einiges aus der Strukturlehre des grossen Gehirns oder *Cerebrum*[1]) hervor.

Die Hirnstiele, *Pedunculi cerebri s. Crura cerebri ad pontem*, bestehen aus Nervenfasermassen, welche theils von dem verlängertem Marke zum Gehirn verlaufen, theils aus dem letzteren zur *Medulla oblongata* treten. Auf dem Querschnitte sieht man den Stiel durch eine halbmondförmig aufgekrümmte Lage dunkler grauer Masse (*Substantia nigra*) in zwei Strangsysteme zerlegt, ein unteres halbmondförmiges (Basis) und ein oberes rundliches (Haube). Die weisse Masse zeigt bei mikroskopischer Untersuchung die gewöhnlichen centralen Nervenröhren,

die graue neben Fasern ansehnlichere Ganglienkörper mit starker Verzweigung der mehrfachen Ausläufer und dunklen Pigmentmolekülen des Inhalts. (Fig. 359. 4 kann hiervon eine Vorstellung gewähren).

Die mit dem unpassenden Namen der Grosshirnganglien versehenen Gebilde, der Streifenhügel (*Corpus striatum*), der Sehhügel (*Thalamus opticus*) und die Vierhügel (*Corpora quadrigemina*) sind sehr ungenügend gekannt.

Der Streifenhügel enthält verschiedene Kerne grauer Masse mit theils pigmentirten, theils pigmentfreien Ganglienkörpern, welche 2 — 5 Fortsätze besitzen (*Koelliker*). Die Nervenfasern stammen einmal von der Basis der Grosshirnschenkel und endigen im Organe; andere kommen aus der Markmasse der Hemisphären.

Noch dürftiger erkannt sind Vierhügel und *Thalami optici*. Erstere zeigen blasse Ganglienzellen, letztere dunklere. In beide Gebilde treten die Nervenmassen des oberen Theiles der Hirnstiele ein, um ebenfalls, wie *Koelliker* beobachtete, zum grossen Theile hier zu endigen. In den Sehhügel strahlen nach diesem Forscher gleichfalls aus den Halbkugeln herrührende Fasermassen ein.

Indem so die Nervenfasermassen der Hirnstiele in diesen sogenannten Hirnganglien zu endigen scheinen, dürfte das Fasersystem der Halbkugeln des grossen Gehirns ein selbständigeres, mit den geistigen Funktionen verknüpftes sein. Ihre Rindenschicht erinnert in den Farbendifferenzen der oberen und unteren Lage an die des Cerebellum und zeigt auch dieselben Körner (§ 280) [2]. In der grauen Lage finden sich neben Bindegewebekörperchen multipolare Ganglienzellen, bald blasser, bald dunkler, aber ohne die bezeichnenden Gestalten und die so ausserordentliche Ramifikation der Ausläufer, welche an den Nervenkörpern der Kleinhirnrinde uns entgegengetreten waren. Die Nervenröhren der grauen Masse strahlen bündelweise von der weissen Substanz her ein. Ihre Fasern verfeinern sich bedeutend, während sie die Bündel verlassen. Die Endigungsweise ist unbekannt.

Die Fasern der weissen Masse, dunkle markhaltige Röhren, verlaufen einmal von der Oberfläche der Halbkugeln nach dem Balken und dann zweitens gegen *Corpus striatum* und *Thalamus opticus*. Beiderlei Fasermassen durchkreuzen sich vielfach. Als Querkommissuren erscheinen der Balken, *Corpus callosum*, und dann noch die beiden sogenannten weissen Kommissuren.

Die Zirbeldrüse, *Conarium*, besitzt multipolare Ganglienkörper, rundliche Zellen ohne alle Fortsätze und vereinzelte ziemlich feine Nervenfasern. In ihr kommen eigenthümliche Konkretionen vor, der sogenannte Gehirnsand, *Acervulus cerebri*, dessen Besprechung dem folgenden § bei Erwähnung der *Plexus chorioidei* vorbehalten bleibt.

Der Hirnanhang, *Hypophysis cerebri*, zeigt in seinem kleineren hinteren grauen Theile in bindegewebigem Substrate vereinzelte

feine Nervenröhren. Diese fehlen in dem vorderen grösseren und röthlichen Lappen, dem der ältere Name des ganzen Gebildes, die Bezeichnung der *Glandula pituitaria* bewahrt werden mag. Nach den Untersuchungen *Ecker*'s[3]) soll nämlich dieser Theil die Struktur einer Blutgefässdrüse besitzen. Er zeigt sich von einem an Blutgefässen sehr reichen netzförmigen Bindegewebegerüste durchzogen, in dessen Lücken geschlossene rundliche oder ovale Blasen von 0,04—0,01333''' vorkommen. Der Inhalt besteht aus Kernen von 0,00222—0,00310''' Grösse, aus einzelnen Zellen und einer feinkörnigen, theils eiweissartigen, theils fettigen Masse.

Ueber die Mischungsverhältnisse des Gehirns, sowie des Rückenmarks wurde schon im zweiten Theile § 195 das Nöthige bemerkt und der höchst dürftige Zustand des darauf bezüglichen Wissens hervorgehoben.

Anmerkung: 1) Vergl. *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 467. — 2) *Berlin* a. a. O. — 3) *Ecker*'s Artikel: »Blutgefässdrüsen« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 160.

§ 282.

Die Hüllen von Gehirn und Rückenmark endlich sind dreifach, eine äussere feste fibröse Haut, die *Dura mater* (S. 295), eine mittlere feine mit dem Charakter einer serösen Membran, die *Arachnoidea* (S. 296) und endlich eine die Nervensubstanz unmittelbar begrenzende zarte Innenhaut, die sogenannte *Pia mater* (S. 298).

Die *Dura mater* besitzt die schon früher im Allgemeinen geschilderte Textur. Sie ist reich an feineren elastischen Fasern, verhält sich aber an Gehirn und Rückenmark etwas verschieden. Letzteres umhüllt sie als ein Schlauch, welcher nach hinten und seitlich frei innerhalb des von Periosteum ausgekleideten Wirbelkanales lagert und nur nach vorne durch Bindegewebe an das *Ligamentum longitudinale posterius* jenes angeheftet ist. Als Ausfüllungsmasse des so entstandenen Zwischenraums gewahrt man ein weiches gallertartiges Bindegewebe mit Bindegewebekörperchen und Fettzellen. Dieses, sehen wir ab von den bekannten, es durchziehenden venösen Geflechten, ist reich an feinen und feinsten Blutgefässen.

In der Schädelhöhle dagegen geht die Beinhautbekleidung eine sehr innige Verschmelzung mit der *Dura mater* ein, so dass letztere, dicker geworden, mit ihrem Aussentheile, der gefässreicher und weniger fest gewebt ist als die innere Lamelle, zugleich als Periosteum dient. Sehr gefässarm bleibt die harte Haut des Rückenmarks. Letztere hat bisher noch keine Nerven erkennen lassen; wohl aber diejenige des Gehirns[1]), nämlich Abzweigungen vom Sympathicus und Trigeminus. Die Endigung dieser ziemlich reichlich vorkommenden nervösen Elemente, an welchen

man Fasertheilungen bemerkt hat, ist noch nicht hinreichend eruirt. Sie scheint an den Gefässen und im Knochen stattzufinden.

Die zweite Membran, die *Arachnoidea* oder Spinnewebehaut, wird meistens als ein geschlossener seröser Sack aufgeführt, wobei man jedoch, weil das parietale Blatt an der *Dura mater* nicht irgendwie genügend darzulegen ist, eine Verschmelzung der Aussenwand mit jener Haut annehmen muss[2]). Die *Arachnoidea* ist im Uebrigen eine sehr dünne zarte Membran, welche aus netzförmig verflochtenen Bündeln hergestellt wird. Am Rückenmark überzieht sie die *Pia mater* ganz lose und hängt nur durch zahlreiche Bindegewebestränge mit letzterer, sowie den Nervenwurzeln zusammen. Es entsteht so zwischen ihr und dem Rückenmark ein ansehnlicher Zwischenraum, der sogenannte Subarachnoidealraum. Etwas anders gestaltet sich dagegen das Verhältniss unserer Hülle am Gehirn. Hier kommt zum grössten Theile eine Verwachsung mit der *Pia mater* vor, so jedoch, dass während die *Pia mater* in die Furchen zwischen den Gehirnwindungen hinabsteigt, die Spinnewebehaut über diese Vertiefungen sich brückenartig wegspannt; ebenso auch an den grösseren Vertiefungen der Gehirnbasis. Wir erhalten somit viele kleinere Unterarachnoidealräume. Das Bindegewebe derselben, namentlich die an der Gehirnbasis abtretenden Bündel zeigen uns häufig die in § 145 erwähnten elastischen ringförmigen Einschnürungen.

Die mehr oder weniger in Kommunikation stehenden Räume unter der Arachnoidea von Gehirn und Rückenmark (ebenso auch das Höhlensystem des Gehirns) beherbergen die S. 300 erwähnte Cerebrospinalflüssigkeit.

An Haargefässen ist die Spinnewebehaut ausserordentlich arm. Nerven hat man mehrfach an ihr gesehen. Ob sie aber wirklich hier enden, steht anhin. Doch ist es nicht unwahrscheinlich[3]).

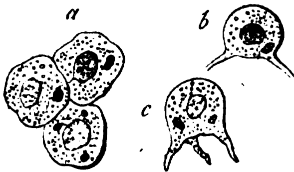
Bekleidet ist die Aussenfläche der Arachnoidea und die Innenseite der Dura mater von dem in § 107 erwähnten schwach geschichteten Plattenepithelium.

Der Arachnoidea des Gehirns gehören endlich noch die sogenannten *Pacchioni*'schen Granulationen an, kleine rundliche Massen unentwickelten Bindegewebes, welche namentlich dem oberen venösen Längssinus entlang vorkommen.

Das dritte und innerste der Hüllengebilde stellt die Pia mater dar, eine weiche und lose verwebte Membran, bestehend aus unentwickeltem und faserigem Bindegewebe und ausserordentlich reich mit Gefässen versehen, welche letztere dann entweder unmittelbar oder in Kapillaren aufgelöst, sowie vielfach begleitet von bindegewebigen Bündeln, in die Nervenmasse eindringen, um diese (abgesehen von grösseren Stämmen) mit Blut zu versorgen. Wie dieses mit der Hülle des Rückenmarks der Fall ist, sahen wir schon früher (§ 276). Noch dünner und gefässreicher ist die Hülle der Gehirnwindungen. Neben der Blutzufuhr ist die Pia mater für die Regulirung des Blutgehaltes der Centralorgane von Wichtigkeit.

Die beiden Zugänge zum Höhlensysteme des Gehirns, die hintere und vordere Querspalte, werden durch die vorgespannte Pia mater geschlossen (*Telae chorioideae*). Von ihrer Innenseite, namentlich an der vorderen Querspalte zwischen dem grossen und kleinen Gehirn, dringt mit grösseren Gefässen ein blattartiger Fortsatz ein, um in dem Höhlensysteme des Gehirns die Adergeflechte, *Plexus chorioidei*[4]), zu bilden, d. h. ungemein entwickelte, in mehr homogenem, spärlichem Bindegewebe eingebettete Gefässkonvolute, die, soweit eine freie Oberfläche vorkommt, von jenen eigenthümlichen stachligen Epithelialzellen (Fig. 363) bekleidet sind, welche schon § 106 ihre Behandlung fanden. Ueber das Höhlensystem des Gehirns erstreckt sich dagegen keine weitere Auskleidung der Pia mater. Hier kommt unter dem Epithelialüberzug die unentwickelte Bindegewebesubstanz des Ependyms vor (§ 139).

Fig. 363.



Epithelialzellen der *Plexus chorioidei* vom Menschen; *a* die Zellen von oben, *b*, *c* Seitenansichten derselben.

Diese unterste der Gehirn- und Rückenmarkshäute ist zugleich die nervenreichste von allen. Die Nerven[5]) bilden hier, nicht allein dem Verlaufe der Gefässe folgend, sondern auch im Bindegewebe selbst, dichte Plexus. Nach *Koelliker* dringen sie theilweise mit feinen Arterienzweigen in die Gehirnsubstanz ein. Die Nerven der Pia mater stammen einmal von den hinteren Rückenmarkswurzeln ab (*Remak*), dann wohl auch von Gehirnnerven, sowie vom *Plexus caroticus internus* und *vertebralis* des Sympathicus. Ebenso scheinen umgekehrt von der Oberfläche des Gehirns und Rückenmarks dünne Fädchen in unsere Haut eintreten zu können (*Bochdalek*[6]), *Lenhossek*[7])). Die Adergeflechte bleiben nervenfrei.

Fig. 364.



Konkretionen des menschlichen Gehirns. 1 Der Zirbeldrüse; 2 der *Plexus chorioidei* mit ihren bindegewebigen Umhüllungsmassen.

Wir haben hier endlich noch des sogenannten Gehirnsandes (Fig. 364) zu gedenken, der neben der Zirbeldrüse auch den Adergeflechten zukommt. Derselbe[8]) besteht aus verschieden grossen (0,005 — 0,25‴ und mehr messenden) sehr unregelmässigen Massen, bald von mehr platter, gewöhnlich mehr kugliger Gestalt, mit einem meist concentrischen Gefüge und mit dunklen Kontouren versehen. Es liegen diese wesentlich aus kohlensaurem Kalke (mit phosphorsaurer Kalk- und Talkerde) und einer organischen Grundlage gebildeten Massen gewöhnlich in Bindegewebebündeln. Sie sind

fast ganz auf den Menschen beschränkt und in ihrer histologischen Bedeutung noch nicht klar.

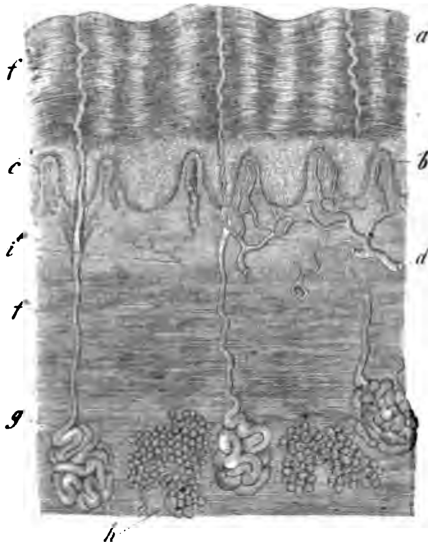
Anmerkung: 1) Vergl. *Arnold's* Anatomie Bd. 2. S. 672; *Purkinje* in *Müller's* Archiv 1845. S. 242; *Luschka*, die Nerven der harten Hirnhaut. Tübingen 1850 und *Koelliker's* Mikr. Anat. S. 495. — 2) *Luschka*, die Struktur der serösen Häute S. 64 und die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Berlin 1855. S. 59. — 3) *Luschka* (am ersteren Orte S. 69. Tab. 2. Fig 4) sah Theilungen der Primitivfasern. — 4) Vergl. *Luschka's* Adergeflechte. — 5) *Purkinje l. c.*; *Remak* in *Müller's* Archiv 1841. S. 418; *Koelliker* a. a. O. S. 498. — 6) *Prager*, Vierteljahrschrift 1849. Bd. 1. S. 121. — 7) *Lenhossek l. c.* S. 44. — 8) *Harless* in *Müller's* Archiv 1845. S. 354.

9. Der Sinnesapparat.

§ 283.

Da die Erörterung des Geschmackorganes schon bei den Verdauungswerkzeugen (§ 224 und 225) stattgefunden hat, handelt es sich in diesem letzten Abschnitte unserer Arbeit nur noch um die Besprechung der vier übrigen Sinneswerkzeuge.

Fig. 365.



Die Haut des Menschen in senkrechtem Durchschnitt. *a* Oberflächliche Schichten der Epidermis; *b* *Malpighi*'sches Schleimnetz. Darunter die Lederhaut, nach oben bei *c* die Papillen bildend, nach unten in das subcutane Bindegewebe ausgehend, in welchem bei *h* Ansammlungen von Fettzellen erscheinen; *g* Schweissdrüsen mit ihren Ausführungsgängen *e* und *f*; *d* Gefässe; *i* Nerven (nach *Ecker*).

Die äussere Haut des Menschen (Fig. 365), das Gefühls- und Tastorgan, besteht aus der Lederhaut (unterhalb *c*), der Oberhaut (*a.b*), dem Unterhautzellgewebe (*h*), aus Nerven (*i*), Gefässen (*d*), Schweiss- (*g.e.f*) und Talgdrüsen mit den Haaren und Nägeln.

Alle diese Theile haben schon bei den einzelnen Geweben ihre Besprechung gefunden. Ueber die Lederhaut s. man § 147, über die Epidermis § 109, über das Unterhautzellgewebe und die in ihm vorkommenden Fettansammlungen § 146 und § 133—137. Die Nerven in Verlauf und Endigungsweise, soweit sie bekannt ist, wurden § 192 erörtert. Der Abschnitt vom Drüsengewebe gedachte schon im Allgemeinen bei § 203 (und 204) der beiderlei Drüsen der Haut. Die Haare finden sich beschrieben § 213—219 und die Nägel § 117 und 118.

Die Dicke der Lederhaut unterliegt an den einzelnen Körperstellen beträchtlichen Schwankungen, indem sie von 0,2—1,5''' wechselt. Am dünnsten ist sie an den Augenlidern, der Vorhaut, der Eichel und der Innenseite der *Labia majora*. Im Gesichte, dem Scrotum, Warzenhofe wird sie stärker von 0,3—0,5''', an der Stirne 0,667, gewöhnlich an den meisten Hautstellen 0,75—1'''. An Fusssohle, Gesäss und Rücken und häufig auch in der Volarfläche der Hand ist sie am mächtigsten. Dicker ist sie bei Männern als Frauen und bei Kindern unter 7 Jahren kaum von halber Mächtigkeit (*Krause*).

Auch die Epidermis, welche in einem früheren Abschnitte ausführlich zur Sprache kam (§ 109), wechselt sehr nach den einzelnen Lokalitäten und zwar in noch höherem Grade als das Corium. Die Differenzen betreffen namentlich die so ungleich entwickelten Hornschichten derselben. Während die weicheren Zellenlagen von 0,05—0,01538''' differiren, schwankt die Mächtigkeit der Hornschicht von 0,01538—1'''. Es gewann *Krause* für die meisten Körperstellen eine Stärke der Gesammtoberhaut von 0,03333—0,07692'''. Am dicksten ist sie in der Volarfläche der Hand und der Sohlenfläche des Fusses. Es ist eine alte Beobachtung, dass schon beim Embryo diese ungleiche Mächtigkeit vorkommt.

Schon früher (§ 147) wurde der sogenannten Gefühlswärzchen oder Papillen der Haut gedacht. Dieselben (Fig. 366) kommen über

Fig. 366.



Drei Gruppen von Gefühlswärzchen der Haut des menschlichen Zeigefingers im Vertikalschnitt, theils Gefässschlingen, theils Tastkörperchen führend (Kopie nach *Ecker*).

die ganze Oberfläche jener vor, bieten aber in Stellung, Grösse und Form manchfache Differenzen dar. An gewissen Lokalitäten, wie z. B. der Volarfläche der Hand, stehen sie häufig in kleinen Gruppen beisammen und zwar auf leistenartigen Vorsprüngen des Coriums. An anderen Stellen wird die Gruppirung eine unregelmässige, wobei sie bald gedrängter, bald vereinzelter zu finden sind. Die Grösse wechselt gleichfalls bedeutend. Die längsten, bis zu 0,06667, ja 0,1''' gehenden kommen an der Volarfläche der Hand, der Fusssohle, Brustwarze etc. vor. Die meisten Hautstellen zeigen Papillen von 0,05—0,025'''. Die kleinsten, wie sie z. B. im Gesichte auftreten, können bis auf 0,02, 0,01667 und weniger herabsinken. Die Gestalt ist bei grösseren eine kegel- und zungenförmige, bei kleineren mehr warzen- und hügelartig. Neben einfachen Papillen unterscheidet man zusammengesetzte, d. h. breitere Erhebungen, welche in zwei, selten in drei Gipfel auslaufen (Fig. 366 in der Mitte).

Das **Blutgefässnetz** der Haut beginnt im subcutanen Bindegewebe mit dem rundlichen der Fettzellen, sowie den Haargefässnetzen der Haarbälge und den knauelförmigen Enden der Schweissdrüsen (Fig. 367 *c*). In der Lederhaut selbst erscheint ein sehr entwickeltes Geflecht feinerer, 0,00333—0,005‴ messender Kapillarröhren, welches sich flächenhaft durch jene ausbreitet und mit Schlingen, im Mittel von 0,004‴ und mehr Durchmesser, den grössten Theil der Gefühlswärzchen versieht, mit Ausnahme derjenigen beschränkter Hautstellen, wo ein Theil der Papillen Tastkörperchen führt und dabei gefässlos bleibt (§ 192).

Auch an **Lymphgefässen** ist die Haut reich. An der freien Fläche derselben erscheinen nach gelungenen Injektionen ausgedehnte und besonders an der Brust, dem Warzenhofe und den Geschlechtstheilen sehr engmaschige Netze. Diese gehen weiter abwärts in weitmaschigere, sowie in Geflechte ansehnlicherer Adern und endlich in Stämmchen über, die durch das Unterhautzellgewebe zu den nächsten Lymphknoten verlaufen (*Krause*).

Die Ausbreitung der **Hautnerven**, welche unserm Organe die Bedeutung eines Sinneswerkzeuges verleihen, zu Geflechten, wurde schon im zweiten Theile berührt. Die terminale Endigung ist, abgesehen von den beschränkten Lokalitäten, die Tastkörperchen besitzen, noch unermittelt. Vereinzelte Beobachtungen über das Vorkommen *Krause*'scher Endkolben erwähnte § 191.

Anmerkung: 1) Man s. besonders den *Krause*'schen Artikel: »Haut« im Handw. d. Phys. Bd. 2. S. 108 und *Meissner*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1853.

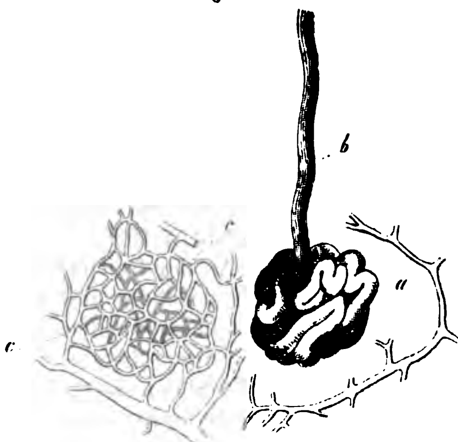
§ 284.

Die drüsigen Gebilde, welche der Haut die Bedeutung eines Sekretionsorgans verleihen, sind zweierlei, die Schweiss- und Talgdrüsen.

Die **Schweissdrüsen**, *Glandulae sudoriparae*[1] (Fig. 365 und Fig. 367), wurden, was die Differenzen der Grösse und Textur betrifft, schon § 203 besprochen.

Der knauelförmige Anfangstheil liegt entweder noch in den tiefsten Stellen des Coriums oder in der Regel schon im Unterhautzellgewebe, tiefer als die Haarbälge und umgeben von den Fettzellen des *Panniculus adiposus*. Der Ausführungsgang, nach der Dicke der Haut länger oder kürzer, durchdringt dagegen das Corium und geht von diesem aus zwischen benachbarten Papillen in die Epidermis über. Hierbei macht er Schlängelungen oder korkzieherartige Windungen, namentlich in der Oberhaut. Die Oeffnungen der Gänge an der Hautoberfläche erscheinen von mikroskopischer Feinheit, mit Ausnahme der Hohlhand und Fusssohle, wo sie trichterförmig erweitert sind. Hier stehen sie als reihenweise Pünktchen auf den Cutisleistchen. Sonst kommen diese Oeffnungen unregelmässig gruppirt vor. Der Inhalt unserer Drüsen besteht bald aus

Fig. 367.



Eine menschliche Schweissdrüse. *a* Der Knauel, umgeben von dem Anfange venöser Gefässe; *b* der ausführende Kanal; *c* das korbartige Haargeflecht um den Knauel mit dem Arterienstämmchen. (Kopie nach *Todd* und *Bowman* und *Koelliker*'scher Holzschnitt.)

einer einfachen, bald doppelten Lage rundlich polygonaler, ziemlich kleiner, 0,005 — 0,00667''' messender Drüsenzellen, deren Höhle sehr gewöhnlich Moleküle eines bräunlichen Farbestoffes, sowie von Neutralfetten enthält. Der Hohlraum in der Achse des Schlauches führt entweder eine mehr wasserhelle körnerlose Flüssigkeit oder, wie es bei den grossen Knaueldrüsen der Fall, eine dicklichere, an Fett- und Eiweissmolekülen reiche Masse, welche einem Platzen der Drüsenzellen ihren Ursprung verdankt und vielfach an die fettigen Sekrete der nahe verwandten Ohrschmalzdrüsen oder der traubigen Talgdrüschen angrenzen mag. Die Gefässe bilden um die Knauel unserer Drüsen zierliche korbartige Haargefässnetze *c. c.* Nerven derselben kennt man noch nicht, obgleich eine Einwirkung vom Nervensysteme aus auf den Mechanismus der Sekretion nach Art der Speicheldrüsen sehr wahrscheinlich ist.

Die Schweissdrüsen kommen mit Ausnahme einzelner beschränkter Stellen über die ganze behaarte und unbehaarte Haut des Menschen vor, sind jedoch, was Gruppirung, Grösse, Menge betrifft, an den verschiedenen Lokalitäten beträchtlichen Differenzen unterworfen. Ziemlich regelmässig und zwar reihenweise liegen sie an den Hautriffen von Hohlhand und Fusssohle. An den meisten Stellen erscheinen sie dagegen in kleinen unregelmässigen Gruppen, getrennt durch verschieden grosse drüsenfreie Hautpartieen. An den Lippen gehen sie bis zum rothen Rand, an der Nase bis zum Eingang der Nasenlöcher, am Penis bis an die Grenze der Aussenfläche der Vorhaut, an den grossen Schamlippen gleichfalls bis zum Ende der äusseren Seite. Beinahe an der ganzen Körperoberfläche ist die kleinere Drüsenformation allein zu finden; nur in der Achselhöhle erscheinen in gedrängter Stellung und ein förmliches Lager bildend die grossen und komplizirter gebauten Schläuche. Ueber die Menge der Schweissdrüsen hat *Krause* interessante Mittheilungen geliefert. Während ein □'' Haut des Nackens, Rückens und Gesässes 417 im Mittel besitzt, zeigen beispielsweise die Wangen 548, die Innenflächen von Ober- und Unterschenkel 576, der Vorderarm äusserlich 1093, einwärts 1123, Brust und Bauch 1136, die Stirne 1258, der Handrücken 1490, die Hohl-

hand 2736 und die Fusssohle 2685. Eine Berechnung für die ganze Körperoberfläche ergab jenem Forscher eine Gesammtzahl dieser Drüsen von 2,381,248. Gewiss kommen jedoch hier eine Menge individueller Schwankungen vor. Die Entstehung der Schweissdrüsen beim Embryo ist § 205 erörtert.

Das dicklichere fettige Sekret der Achseldrüsen gestattet schon kaum mehr diese Modifikation als »Schweissdrüsen« zu bezeichnen. Sie verdienen deshalb mit demselben Rechte einen besonderen Namen, wie diejenigen des äusseren Gehörgangs.

Diese, die Ohrschmalzdrüsen, *Glandulae ceruminosae*[2]), nehmen in gedrängter Lage den knorpligen Theil des *Meatus auditorius externus* ein. Sie besitzen den Bau der gewöhnlichen Schweissdrüsen mit Knaueln von 0,1—0,75‴, zeichnen sich aber durch ihre kurzen, fast geraden und niemals spiralig gewundenen Gänge aus. Die Drüsenzellen des Knauels enthalten Körnchen und Tröpfchen von Fett und Moleküle eines bräunlichen Pigments, welchem das Sekret seine Farbe verdankt.

Das Ohrschmalz, *Cerumen auris*, eine gelbliche, dickflüssige, bittere Masse, zeigt bei mikroskopischer Untersuchung neben Epidermoidalschüppchen Körner und Tropfen eines gewöhnlich gelblichen Fettes, die Molekeln des eben erwähnten bräunlichen Farbestoffes vereinzelt oder in Klumpen, dann grössere fetterfüllte Zellen, welche, wie *Koelliker* vermuthet, den Talgdrüsen der betreffenden Stelle zuzuschreiben sind.

Nach einer Analyse von *Berzelius* enthält neben der Substanz der Epidermisschüppchen das Ohrenschmalz ein weiches Fett, eine gelbliche, in Alkohol lösliche, bitter schmeckende Substanz, welche aber nichts mit Gallenbestandtheilen zu thun hat (*Lehmann*), dann Extraktivstoffe, sowie Kali- und Kalksalze.

Anmerkung. 1) Neben den Werken von *Henle* (S. 945), *Todd* und *Bowman* (*Vol.* 1. *p.* 422), *Koelliker* (Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 1. S. 156) und der *Krause*'schen Arbeit (S. 127) sehe man *Breschet* und *Roussel de Vauzème, Annales d. sc. nat. Série* 2. *Tome* 2. *p.* 167 und 321; *Gurlt* in *Müller*'s Archiv 1835. S. 399 und *Wagner*'s *Icon. phys. Tab.* 16. *Fig.* 9 und 10. — 2) *Wagner*'s *Icon. phys. Tab.* 16. *Fig.* 11; *Krause* und *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1839. S. 107 (Jahresbericht); *Koelliker* a. a. O. S. 174.

§ 285.

An der Körperoberfläche des Menschen verdunstet durch die harten trocknen Epidermoidalschüppchen hindurch beständig ein Theil des in der Haut enthaltenen Wassers. Man nennt diesen Vorgang, welcher, wenn auch sehr beträchtlichen Schwankungen unterliegend, doch als ein beständiger betrachtet werden muss, die Perspiration. Ihre Quellen sind einmal die Blutgefässe des Papillarkörpers und die von letzterem transsudirten Gewebeflüssigkeiten, dann die wässrige Inhaltsmasse, welche den Gang der Schweissdrüsen erfüllt und an ihrer Oberfläche

ebenfalls abdunstet. Wieviel man der einen oder der anderen beider Quellen vindizirt, ist noch zweifelhaft. Nach *Krause* kömmt bei weitem der hauptsächliche Antheil dem Papillarkörper zu. Diesem Forscher verdankt man auch den Nachweis, dass die verhornte Epidermis für tropfbar flüssiges Wasser nahezu undurchgängig ist, dagegen permeabel für alle Gase.

Jenem beständigen und rein physikalischen Prozesse der Verdunstung des Hautwassers steht ein anderer, nur periodisch auftretender, derjenige der Schweissbildung, der Austritt tropfbar flüssigen Wassers zu den zahllosen Mündungen der Schweissdrüsen, entgegen, wobei die kleinen Einzeltröpfchen auf der fettigen Hautoberfläche zum grösseren Schweisstropfen zusammenfliessen. Beiderlei Prozesse gehen indessen häufig in einander über.

Die Menge des durch die Haut dem Körper sich entziehenden Wassers wechselt natürlich sehr. Sie kann im Laufe eines Tages etwa auf 8—900 Grms. im Mittel mit Extremen zu 550—1500 Grms. angenommen werden (*Krause*). Im Allgemeinen steht sie also dem Wasserverluste durch die Nieren nach (§ 258), wie denn auch mit dem Schweisse Zersetzungsprodukte nur in sehr geringer Menge davon gehen. Sie übertrifft aber die Wasserverdunstung durch die Lungenfläche (5—700 Grms. im Tage). Nähere Erörterungen sind Sache der Physiologie.

Die vorhandenen chemischen Untersuchungen[1]) des wässerigen Hautsekretes betreffen theils das an der Körperoberfläche abgedunstete und wieder in Tropfen niedergeschlagene, theils das aus den Schweissdrüsen hervorgequollene tropfbar flüssige Wasser oder beides zugleich. Dasselbe mag daher als Schweiss im Allgemeinen bezeichnet sein.

Dieser Schweiss, *Sudor*, ist stets mit abgestossenen Epithelialzellen, sowie mit Fettmolekeln verunreinigt, welche letztere theils auf den Hauttalg, theils auch auf den Inhalt der Knaueldrüsen zu beziehen sind. Sonst führt das Sekret keinerlei Formbestandtheile.

Dasselbe erscheint als eine klare, farblose Flüssigkeit, normal im frischen Zustande von saurer Reaktion, welche sich nach einiger Zeit in die neutrale und alkalische ändert. Der Geschmack pflegt ein salziger, der Geruch ein bald mehr, bald weniger intenser und zwar nach flüchtigen Fettsäuren zu sein.

Was die festen Bestandtheile betrifft, so ist die Menge derselben eine geringe, aber wechselnde (und zwar mit der ausgeführten Wassermenge relativ abnehmende). Man kann 0,5—2 % derselben annehmen. Dieselben sind organische und Mineralstoffe. Zu ersteren gehören mehrere Säuren der flüchtigen Fettsäuregruppe (§ 26) und zwar vor allem Ameisensäure, dann Buttersäure, ebenso Essigsäure. Die Gegenwart von Metaceton-, Capron-, Capryl- und Caprinsäure ist wenigstens wahrscheinlich. Ueberhaupt kommen hier wohl ohne Zweifel mancherlei Differenzen vor, wie der verschiedene Geruch des Schweisses einzelner Körperstellen, ebenso bei den verschiedenen Menschenracen (Neger und Europäer) lehrt. Nach den Untersuchungen *Favre*'s findet sich

dann noch im Schweisse eine eigenthümliche Säure, die Hydrotinsäure (§ 46) vor[2]).

Ferner enthält der Schweiss, wie neuere Untersuchungen gelehrt haben, auch im Normalzustande Harnstoff[3]), einen Körper, dem die baldige Aenderung der Reaktion des Sekretes, verbunden mit Ammoniakentwicklung, zugeschrieben werden muss und welcher pathologisch bei gehemmter Nierenthätigkeit reichlich vorkommen kann. Von den übrigen verbreiteteren thierischen Basen hat man bisher noch keine hier nachzuweisen vermocht.

Neutralfett ist dann ein konstanter Bestandtheil. Ebenso hat man Cholestearin getroffen (*Schottin*).

Unter abnormen Verhältnissen können Gallenpigmente auftreten[4]).

Die Mineralstoffe bestehen, abgesehen von etwas Eisen und phosphorsaurer Kalkerde, welche den Epithelialzellen zu vindiziren sind, wesentlich aus Chloralkalien mit überwiegendem Kochsalz, dann aus geringen Mengen phosphorsaurer und schwefelsaurer Alkalisalze. Endlich kommt freie Kohlensäure vor. Ammoniaksalze bilden sich dagegen erst in Folge der Zersetzung.

Anmerkung: 1) Man vergl. *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 322 und Zoochemie S. 298; *Favre* in *Erdmann*'s Journal Bd. 58. S. 365; *Schottin, De sudore. Lipsiae* 1851. *Diss.* und im Archiv für phys. Heilkunde Bd. 11. S. 73; *Funke*'s Physiologie Bd. 1. S. 474. — 2) Milchsäure scheint dem Sekrete abzugehen. — 3) *Favre l. c.; Picard, De la présence de l'urée etc.* und *Funke* in der Phys. a. a. O. S. 476. — 4) Traubenzucker im Schweisse scheint sehr zweifelhaft.

§ 286.

Die Talgdrüsen, *Glandulae sebaceae*[1]) (Fig. 368), kleine, der traubigen Drüsenformation zuzurechnende Gebilde, kommen ebenfalls fast über das ganze Hautorgan (wenn auch beschränkter als die Schweissdrüsen) vor. Ihr Sekret (Fig. 369) ist ein wesentlich fettiges und wurde in seiner Entstehung bereits § 201 behandelt.

Fig. 368.

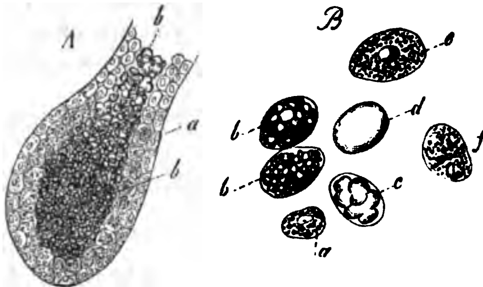


Eine Talgdrüse. *a* Die Drüsenbläschen; *b* der Ausführungsgang; *c* der Balg eines Wollhaars; *d* der Schaft des letzteren (nach *Ecker*).

Die Talgdrüsen, welche stets in dem Corium selbst und niemals im subcutanen Bindegewebe liegen, sind als Regel an die Gegenwart der grösseren sowie kleineren Haare des Körpers (§ 218) gebunden, in deren Bälge sie einfach, doppelt oder mehrfach einmünden. Während sie an den ansehnlichen Bälgen starker Haare als seitliche Anhängsel jener erscheinen, ändert sich bei feinen Wollhärchen nicht selten das Verhältniss in der Art, dass der Haarbalg zum Appendix des drüsigen Organes geworden zu sein scheint. Diesen an

Haare gebundenen Talgdrüsen, den »Haarbalgdrüsen«, schliessen sich die unbehaarter Körperstellen an, welche unmittelbar nach aussen münden. Sie fehlen als Regel nackten Hautstellen ganz, wie der Hohlhand und Fusssohle, den letzten Finger- und Zehengliedern, finden sich überhaupt wenig verbreitet und zwar treten sie nur an einzelnen Theilen der Geschlechtsorgane auf, nämlich dem Präputium und der Glans des männlichen Gliedes (*Tyson*'sche Drüsen), sowie den kleinen Schamlippen.

Fig. 369.



A Das Bläschen einer Talgdrüse; *a* die der Wand anliegenden Drüsenzellen; *b* die abgestossenen, den Hohlraum erfüllenden, fetthaltigen. *B* Die Zellen in stärkerer Vergrösserung; *a* kleine, der Wand angehörige, fettärmere; *b* grosse, mit Fett reichlicher erfüllte; *c* eine Zelle mit zusammengetretenen grösseren und *d* eine solche mit einem einzigen Fetttropfen; *e*. *f* Zellen, deren Fett theilweise ausgetreten ist (*Koelliker*'scher Holzschnitt).

Die Struktur der Talgdrüsen, die im Ausmaasse von 0,1 — 0,3 und 0,5, ja 1''' wechseln, ist ebenfalls eine sehr verschiedene. Kleine einfachster Art bilden kurze weite Säckchen. Andere beginnen, einzelne Aussackungen des unteren Theiles zu erleiden, welche dann häufiger und häufiger werden, bald in mehr länglicher flaschenähnlicher Form (Fig. 369. *A*), bald mit einem mehr rundlichen Ansehen. Diese Drüsenbläschen, deren Länge somit recht wechselnd ausfallen muss, variiren auch im Quermesser bedeutend von 0,025 —0,03333, ja 0,1'''. Die grössten kommen überhaupt an der Nase, dem Hodensack, Schamberg und den grossen Schamlippen vor. Die Hülle von Bläschen und Gang ist nicht eine wasserhelle, strukturlose Membran, wie es sonst bei Drüsen die Regel, sondern eine aus streifigem Bindegewebe bestehende. Blutgefässe pflegen um den Drüsenkörper meistens gar nicht vorzukommen. Die Intensität der Absonderung scheint überhaupt eine sehr geringe zu sein, wie denn die Funktion ebenfalls nur in einem ziemlich geringfügigen Einölen des Haares und der Hautoberfläche beruht.

Das Sekret, die Hautschmiere, der Hauttalg, *Sebum cutaneum*[2]) bildet frisch eine dickliche ölartige Fettmasse, die meistens nach einiger Zeit mehr talgartig erstarrt. Seine Formelemente (*B*), zu welchen abgetrennte Epidermoidalschüppchen in wechselnder Menge sich hinzugesellen, sind § 201 behandelt. In chemischer Hinsicht besteht diese Masse, abgesehen von sicher existirenden Differenzen einzelner Hautstellen, wesentlich aus einer grossen Menge von Neutralfetten, zu welchen Seifenverbindungen, das Cholestearin und ein Proteinkörper hinzukommen. Unter den anorganischen Bestandtheilen sind

die Chloralkalien und phosphorsauren Alkalisalze zurückgetreten, dagegen die Erdphosphate überwiegend.

Die Entstehung der Talgdrüsen[3]) geschieht von der äusseren Hautzellenlage, wie bei den Schweiss- und Milchdrüsen, ist dagegen meistens an die erste Anlage der Haare geknüpft und im vierten und fünften Monat der Fötalperiode zu bemerken.

Dieselben nehmen ihren Anfang in Gestalt solider, anfangs warziger, bald flaschenförmiger Wucherungen der Anlage der äusseren Wurzelscheide (§ 219), welche durch einen Vermehrungsprozess der Bildungszellen der letzteren entstehen. Wie *Koelliker* gelehrt hat, beginnt schon frühzeitig in den Achsenzellen der noch so einfachen und unausgebildeten Talgdrüse die Fettumwandlung des Inhalts, so dass das kleine Organ schon von sehr früher Periode an den charakteristischen Absonderungsprozess darbietet.

Die weiteren Umänderungen, bestimmt, den einfachen flaschenförmigen Sack in eine bald einfachere, bald komplizirtere traubige Drüse umzuwandeln, beginnen dagegen verhältnissmässig spät, nämlich erst in den letzten Monaten des Fruchtlebens. Sie beruhen in einer Vermehrung der peripherischen Zellen, welche zu neuen Wucherungen der Oberfläche führen, ein Prozess, der zur Zeit der Geburt noch nicht beendigt und durch dessen Fortsetzung die komplizirte traubige Gestalt so mancher der Talgdrüsen nach und nach erreicht wird.

Anmerkung: 1) S. den *Krause*'schen Artikel: »Haut« a. a. O. S. 126; *Todd* und *Bowman Vol.* 1. *p.* 424; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 180, sowie *Simon* in *Müller*'s Archiv 1844. S. 1. — 2) Vergl. *Lehmann*'s physiol. Chemie Bd. 2. S. 326 und Zoochemie S. 294. — 3) Vergl. *Koelliker*'s Untersuchungen in seiner und *Siebold*'s Zeitschrift Bd. 2. S. 90.

§ 287.

Das Geruchsorgan[1]), zu dessen Betrachtung wir jetzt übergehen, besteht bekanntlich aus den beiden Nasenhöhlen und den damit in Verbindung stehenden Nebenhöhlensystemen. Neben der Bedeutung eines Sinneswerkzeuges hat es noch diejenige, eine Strasse für den respiratorischen Luftstrom und den Abzugskanal der Thränen zu bilden.

Das Ganze, mit Ausnahme der obersten Partieen der beiden Haupthöhlen, betheiligt sich dagegen nicht unmittelbar an dem Prozesse des Riechens, sondern bereitet entweder nur diese Funktion vor oder ist Gefühlsorgan. Zu letzterem Behufe erhält das Geruchsorgan Nervenzweige des Trigeminus.

Die zur Geruchsperzeption bestimmte Stelle, entsprechend der Ausbreitung des *N. olfactorius*, besteht im Allgemeinen aus der oberen Partie der Scheidewand, aus der oberen und einem Theile der mittleren Muschel. Sie zeichnet sich durch eine bräunliche oder gelbliche Färbung aus, bietet im Uebrigen hinsichtlich ihrer Ausdehnung, namentlich beim

38*

Menschen, beträchtliche individuelle Differenzen dar. Man hat ihr den passenden Namen der *Regio olfactoria* gegeben (*Todd* und *Bowman*). Die ältere Bezeichnung der *Schneider*'schen Membran mag daher der übrigen, nicht zum Riechen dienenden Schleimhaut vorbehalten bleiben.

Die das Höhlensystem des Geruchsorganes begrenzenden Knochen bedürfen keiner Erörterung; ebensowenig die aus hyaliner Masse bestehenden Nasenknorpel.

Die Haut der äusseren Nase trägt einen dünneren Epidermoidalüberzug und enthält neben einzelnen Schweissdrüsen sehr zahlreiche und ansehnliche Talgdrüsen (§ 286). Im Naseneingang stehen die bekannten stärkeren Haare, *Vibrissae*, bestimmt, das Eindringen fremder Körper zu beschränken. Nach innen erstreckt sich die Epithelialbekleidung als ein System geschichteter platter Zellen noch eine Strecke weit fort. Dann beginnt das schwach geschichtete Flimmerepithelium zu erscheinen, dessen § 111 gedacht hat. Es findet sich über alle Höhlen.

Die *Schneider*'sche Membran, in den Haupthöhlen sehr reich an Blutgefässen, variirt in ihrer Struktur nach den einzelnen Stellen. In den Nebenhöhlen ist sie dünner und so innig mit der Knochenfläche verbunden, dass ihr submuköses Gewebe zugleich die Rolle des Beinhautüberzugs versieht. In den Haupthöhlen erreicht dagegen die Mukosa eine beträchtlichere und stellenweise sehr ansehnliche Dicke und zeigt einen grossen Reichthum traubiger Schleimdrüschen (welche in den Nebenhöhlen nur sehr spärlich vorkommen[2]), sowie eine starke plexusartige Entwicklung arterieller und namentlich venöser Gefässe[3]), von deren Existenz die bekannte Neigung zu Blutungen aus der Nase bedingt ist. Die Endigung der Gefühlsnerven der Nase ist noch unbekannt.

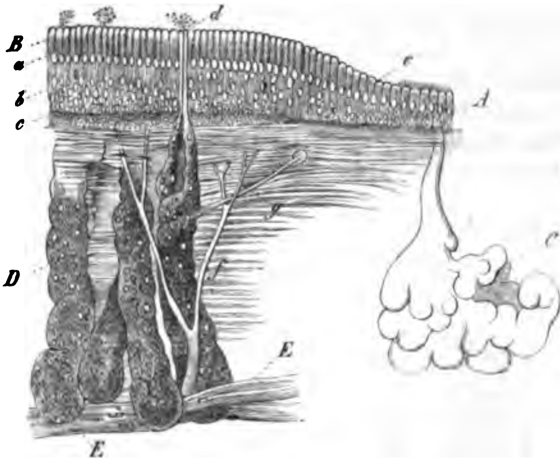
Anmerkung: 1) Vergl. *Todd* und *Bowman l. c. Vol.* 2. *p.* 1; *Koelliker*, Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 768 und Handbuch 3te Aufl. S. 677. An Spezialarbeiten seien erwähnt: *Eckhard*, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. 1tes Heft. Giessen 1855. S. 77; *Ecker* in den Berichten über die Verhandlungen der Gesellschaft für Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg. No. 12. 1855, in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 8. S. 303, in *Henle*'s und *Meissner*'s Jahresbericht für 1856. S. 117, sowie *Icon. phys.* Taf. 18. Fig. 1—8; *Schultze* in den Monatsberichten der Berliner Akademie 1856. S. 504; *Seeberg, Disquisitiones microscopicae de textura membranae pituitariae nasi. Dorpati* 1856. *Diss.*; *Hoyer, De tunicae mucosae narium structura. Berolini* 1857. *Diss.*; *Erichsen, De textura nervi olfactorii. Dorpati* 1857. *Diss.* — 2) *Sappey* in der *Gazette médicale de Paris.* 1853. *p.* 543. — 3) *Todd* und *Bowman l. c. p.* 3 und *Kohlrausch* in *Müller*'s Archiv 1853. S. 149. Es ist dieses Gefässnetz namentlich an der unteren Muschel stark entwickelt, so dass ein förmliches Schwellgewebe entsteht.

§ 288.

Die *Regio olfactoria* (Fig. 370 links) bietet einen sehr merkwürdigen, aber ausserordentlich delikaten und veränderlichen Bau, dessen Ermittelung man nach dem Vorgange von *Eckhard* und *Ecker* namentlich

den Forschungen *Schultze*'s verdankt[1]). Von der Umgebung unterscheidet sie sich, abgesehen von den Differenzen der Farbe auch durch grössere

Fig. 370.



Die *Regio olfactoria* des Fuchses in senkrechtem Durchschnitt (nach *Ecker*). *B* Die cylindrischen Epithelien derselben. *a* Lage der Kerne, *b* der Riechzellen, *c* des Pigmentes. *A* Das benachbarte gewöhnliche Flimmerepithelium. *e* Die Grenze zwischen beiden. *C* Gewöhnliche traubige Schleimdrüse; *D Bowman*'sche Drüsen mit dem Gange *d*. *E* Ast des *Olfactorius*; *f* aufsteigende Zweige mit weiterer Theilung *g*.

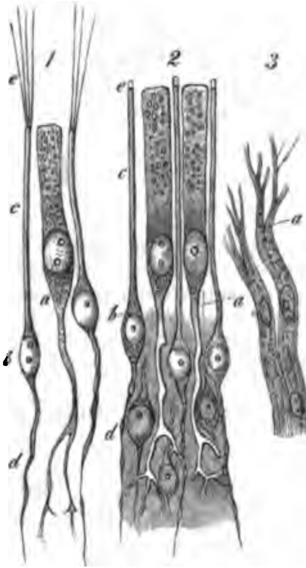
Dicke, eine abweichende Drüsenformation und nicht wimpernde Epithelialzellen.

Die betreffenden Drüsen (*D*) hat *Koelliker* nach ihrem Entdecker *Bowman*[2]) benannt (§ 203). Dieselben gehören der Schlauchform an, erinnern an die *Lieberkühn*'schen und kommen recht zahlreich in den mittleren Theilen der *Regio olfactoria* vor, um an ihrer Grenze spärlich zu werden und endlich zu verschwinden. Die Gestalt ist bald die eines mehr gestreckten, bald nach unten etwas gewundenen Schlauches von verschiedener Weite und mit meist stark verengter Ausführungsstelle (*d*). Der Inhalt zeigt ziemlich grosse rundliche Drüsenzellen, meistens mit einem reichlicheren Inhalte gelblicher oder brauner Pigmentmoleküle, so dass hierdurch wenigstens zu einem Theile die eigenthümliche Färbung der *Regio olfactoria* erklärt wird. Diese *Bowman*'schen Drüsen (welche man in neuerer Zeit irrthümlich ganz in Abrede gestellt hat[3])), kommen allen Säugethieren zu, sollen dagegen dem Menschen mangeln[4]) und durch gewöhnliche traubige Schleimdrüschen ersetzt werden. Ich glaube in einem Falle auch hier unter letzteren eine Anzahl *Bowman*'scher Schläuche unterschieden zu haben, so dass ich sie vorläufig, wenngleich viel spärlicher, ebenfalls beim Menschen annehme. Das Sekret der *Bow-*

man'schen Drüse ist im Uebrigen, was Mischung und physiologische Bedeutung betrifft, noch nicht erforscht.

An der Grenze der *Regio olfactoria* erlischt allmählich das gewöhnliche Flimmerepithelium (Fig. 370. *A*), um einem nicht mehr geschichteten Ueberzuge langer cylindrischer Zellen (*B*) Platz zu machen[4]). Die betreffenden Zellen (Fig. 370. *B*, Fig. 371. 1. *a*. 2. *a*) ziehen sich nach unten in einen fadenartigen Ausläufer aus, der senkrecht herabtritt, hier Verästelungen erfährt und schliesslich mit seinen Endzweigen im Schleimhautgewebe verschwindet[5]). Eigenthümlich ist das Vorkommen gelblicher oder bräunlicher Pigmentmoleküle im Inhalte unserer Cylinder, bald im oberen und breiteren Theile der Zelle (Fig. 371. 2. *a*), bald im tieferen unterhalb des Kerns und sogar zuweilen in den Fortsätzen (Fig. 370. *c*). Ersteres ist das Verhalten beim Menschen und manchen Säugethieren. Verbunden mit der Inhaltsmasse der *Bowman*'schen Drüsen führen diese gefärbten Körnchen das Kolorit der uns beschäftigenden Lokalität herbei.

Fig. 371.



1 Zellen der *Regio olfactoria* vom Frosche. *a* Eine Epithelialzelle, nach unten in einen ramifizirten Fortsatz ausgehend; *b* Riechzellen mit dem absteigenden Faden *d*, dem peripherischen Stäbchen *c* und den langen Flimmerhaaren *e*. 2 Zellen aus der gleichen Gegend vom Menschen. Die Bezeichnung dieselbe; nur kommen auf den Stiftchen kurze Aufsätze *e* vor. 3 Nervenfasern des *Olfactorius* vom Hunde; bei *a* in feine Fibrillen zerfallend.

Zwischen diesen sonach sicher epithelialen Zellen erscheint aber (und zwar bei allen Wirbelthieren) noch eine zweite Zellenformation (Fig. 370. *b*), abweichend in Gestalt und Mischung und von nervösem Charakter. Wir finden an ihr einen spindelförmigen, tiefer gelegenen Zellenkörper (Fig. 371. 1. *b*. 2. *b*) mit bläschenförmigem Kerne und einem fein molekulären Inhalte. Von den beiden Polen dieses als eine kleine Ganglienzelle aufzufassenden und mit der Benennung der Riechzelle[6]) versehenen Gebildes entspringt mit entgegengesetztem Verlaufe je ein Fortsatz. Der herabsteigende (Fig. 371. 1. *d*. 2. *d*) ist von grösster Feinheit und Veränderlichkeit. Er bietet von Strecke zu Strecke kleine Anschwellungen dar, so dass man an die bekannten Varikositäten sehr feiner Nervenröhren (§ 185) erinnert wird. Der emporlaufende Fortsatz (Fig. 371. 1. *c*. 2. *c*) ist stärker und weniger knotig, vielmehr glattrandiger, ein 0,0008—0,0001‴ im Quermesser betragendes, schlankes Cylinderchen oder Stäb-

chen, welches an ein bald zu besprechendes Retinaelement (s. u.) erinnert.

Diese Stäbchen steigen zwischen den cylindrischen Epithelialzellen bis zur Schleimhautoberfläche empor, um hier in differenter Art zu endigen. Beim Frosche (wo die Beobachtung eine leichte) stehen auf dem freien Ende jedes Stäbchens einige (6—10) ungemein lange (bis 0,04''' messende) Wimperhaare (Fig. 371. 1. *e*), welche sich durch die grosse Trägheit ihrer nur hin- und herwogender Bewegung, sowie durch das rasche Absterben des Phänomens nach dem Tode auszeichnen. Bei andern Amphibien und Vögeln kommen, sei es in Mehrzahl, sei es einfach, ganz ähnliche und zuweilen noch längere Haare vor (*Schultze*). Bei Mensch und Säugethier dagegen sucht man vergeblich nach diesen paradoxen Flimmercilien. Statt ihrer erscheinen nach *Schultze* kleine Aufsätze von 0,001 — 0,002''' Länge auf dem freien Ende der Stäbe (Fig. 371. 2. *e*), welche über die Endtheile der Cylinderzellen hervorragen.

Um die Bedeutung der sonderbaren Riechzellen mit ihren Ausläufern zu verstehen, müssen wir uns jetzt mit der Ausstrahlung des *N. olfactorius* bekannt machen.

Dieser entspringt aus dem Riechstreifen, *Tractus olfactorius*, und zwar dessen vorderer Anschwellung, dem sogenannten *Bulbus*, welcher ein Stück Gehirnmasse darstellt, mit zahlreichen dünnen und weichen Zweigen. Wie man durch *Todd* und *Bowman*[7]) weiss, enthalten diese Stämmchen nicht eine einzige markhaltige und dunkel kontourirte Nervenfaser, sondern bestehen aus blassen platten kernführenden Bändern von 0,002—0,00333''' Quermesser (Fig. 226. *e*). Sie erinnern somit an die *Remak*'sche Formation oder an die embryonale Nervenröhre.

Nach einer allerdings noch weiterer Bestätigung bedürftigen Beobachtung *Schultze*'s würden diese Olfactoriusbänder indessen nicht einer Primitivfaser des Nervensystems entsprechen, sondern vielmehr noch ein von glasheller Scheide umgebenes Bündel sehr feiner Primitivfibrillen darstellen, die eine Dicke von 0,001—0,0002''' besitzen.

Die Riechnervenzweige, in der Schleimhaut der *Regio olfactoria* angekommen, theilen sich unter spitzen Winkeln in zahlreiche Aeste (Fig. 370. *E*), welche unter fortgehender Zerspaltung (*f. g*) eine Art von Geflecht bilden. Zuletzt entziehen sich die Faserenden als knotige Fädchen von 0,001—0,0005''' der Beobachtung. Dieselben (Fig. 371. 3. *a*) sind entweder als Endzweige einer Olfactoriusfaser oder als die aus dem Primitivbündel frei gewordenen feinen Nervenfibrillen zu betrachten. Letzteres ist die Anschauung *Schultze*'s[8]). Dieser Forscher gibt an, dass hier alle Primitivfibrillen unmittelbar unter der Epithelialschicht eine nochmalige sehr beträchtliche Verfeinerung erleiden. Ihr Endigen ist zur Zeit noch nicht mit Sicherheit dargethan; doch dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass die variköse Primitivfibrille zuletzt in den unteren absteigenden Faden der Riechzelle übergeht, so dass also diese stäbchenführenden Körper die Terminalgebilde der

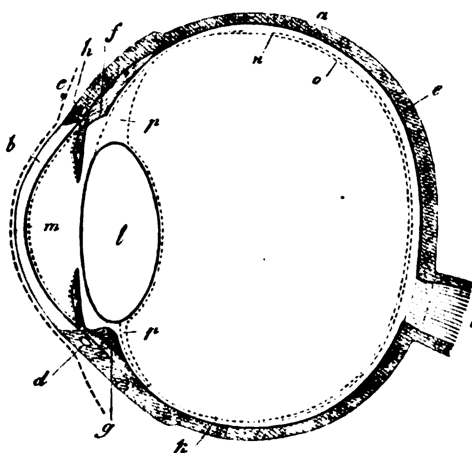
Geruchsnerven darstellen. Wie günstig eine derartige Struktur für die eigenthümliche Sinnesthätigkeit des Geruchsorgans sein müsse, leuchtet ein.

Anmerkung: 1) *l. l. c. c.* — 2) a. a. O. S. 5. Man vergl. noch *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 767. — 3) Es ist dieses von *Seeberg* und *Hoyer* in ihren Dissertationen geschehen. Die Auffindung der *Bowman*'schen Drüse ist verhältnissmässig leicht. — 4) *Leydig* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 5. S. 18; *Koelliker* in der dritten Aufl. seines Handbuchs S. 681. — 5) Den Mangel der Flimmerhaare auf den cylindrischen Zellen der *Regio olfactoria* erkannten zuerst *Todd* und *Bowman* (*l. c. p.* 5). — 6) *Ecker* bezeichnete sie ursprünglich als »Ersatzzelle«. — 7) a. a. O. p. 8. — 8) Schon *Seeberg* (a. a. O.) scheint eine solche Zusammensetzung der Olfactoriusbänder aus jenen feinen Fibrillen gesehen zu haben. *Koelliker* läugnet dagegen (Handbuch S. 685) die ursprüngliche Zusammensetzung jener Fasern von ihrer Eintrittsstelle in das Geruchswerkzeug an, hält aber ebenfalls ein terminales Zerfallen in jene feinsten Fäserchen fest. *Seeberg* negirt die nervöse Natur dieser Olfactoriusbänder und erklärt sie für ein Bindegewebe, welches aber die Geruchswahrnehmung unterstütze (!). Für ihn enden die wahren Nervenfasern im *Bulbus olfactorius*. Auch *Erichsen* erkennt jene Bänder nicht als Nervenröhren an (*l. l. c. c.*).

§ 289.

Das Sehorgan[1]) wird hergestellt von dem Augapfel, zu welchem eine Reihe äusserer accessorischer Gebilde hinzukommen. Diese bestehen aus häutigen Theilen, den Augenlidern, aus drüsigen, namentlich der Thränendrüse, sowie aus bewegender Muskulatur (Augenmuskeln).

Fig. 372.



Querschnitt des Augapfels. *a Sclerotica*; *b Cornea*; *c Conjunctiva bulbi*; *d* Venöser Sinus; *e Chorioidea*; *f Musculus ciliaris*; *g Processus ciliaris*; *h* Blendung; *i* Sehnerv; *k Ora serrata* der Netzhaut; *l* Krystalllinse; *m Descemet*'sche Membran; *n Membrana limitans* der Netzhaut; *o Membrana hyaloidea*; *p Canalis Petiti*. (*Meyer*'scher Holzschnitt.)

Der Augapfel, ***Bulbus oculi*** (Fig. 372), wird im Wesentlichen hergestellt von einem Kapselsysteme, dessen hinterer grösserer Theil die undurchsichtige Sclerotica (*a*) bildet, während die vordere kleinere und transparente Partie die Hornhaut, *Cornea*, (*b*) ist; aus einem ihm nach innen aufliegenden geschwärzten Hautsysteme, der *Uvea*, welche aus der *Chorioidea* (*e*) mit den Ciliarfortsätzen und dem Spannmuskel (*f. g*), sowie aus der Blendung oder Iris (*h*) besteht. Erfüllt ist der Innenraum der Hohlkugel von den brechenden Medien. Diese,

welchen als vorderster Theil die Hornhaut hinzugerechnet werden muss, bestehen aus der Flüssigkeit der Augenkammern (vor *l*), aus der Krystalllinse (*l*) und aus dem Glaskörper (hinter *l*). Den grösseren Theil des letzteren bedeckt die becherförmige Ausbreitung des Sehnerven (*i*), die Netzhaut.

Ein Theil dieser zahlreichen Gebilde fand schon früher bei den einzelnen Geweben vollständige oder theilweise Erörterung. Andere wurden bisher noch nicht berührt.

Anmerkung: 1) Man vergl. das Werk von *Brücke*, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847; *Bowman, Lectures on the parts, concerned in the operations on the eye etc. London* 1840; *Ecker's Icon. phys. Tab.* 20 (und *Tab.* 18. *Fig.* 13—15).

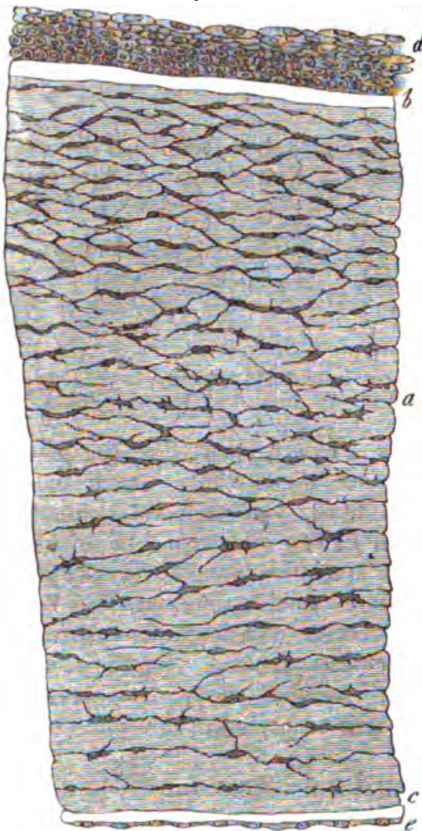
§ 290.

Die *Sclerotica*, die harte oder weisse Haut des Augapfels[1]) gehört der grossen Gruppe fibröser Häute an (S. 295). Gleich diesen stellt sie eine gefässarme, innige Verflechtung von Bindegewebebündeln dar, welche neben den bindegewebigen Fibrillen zahlreiche feinere elastische Fasern zeigen, die besonders an der konkaven Innenfläche reichlicher auftreten. Die Verwebung der Bindegewebebündel ist eine eigenthümliche, indem das eine durch Anastomosen vereinigte Bündelsystem meridianartig von der Eintrittsstelle des Sehnerven aus nach vorne gegen den Cornealrand hin verläuft und das andere parallel dem Aequator des Augapfels angeordnet ist. Es entsteht also eine rechtwinklige Durchkreuzung der Faszikel (*Loewig*).

Nahe an der Vereinigungsstelle mit der Hornhaut durchzieht die Innenfläche der *Sclerotica* ein ringförmiger venöser Sinus (Fig. 372. *d*). Es ist dieses der *Canalis Schlemmii*, bestimmt, Gefässe der Blendung und auch der harten Augenhaut aufzunehmen. Nach hinten hängt die Aussenpartie der *Sclerotica* durch ihre meridianartigen Bündel direkt mit der von der harten Hirnhaut abstammenden äusseren Scheide des Sehnerven zusammen. Ebenso kommen Verbindungen der inneren neurilemmatischen Massen des *Opticus* mit der *Lamina cribrosa* und dem Innentheile der *Sclerotica* vor. Vorne treten in das Gewebe letzterer, und zwar ihrer Meridianbündel, noch die Sehnen der geraden Augenmuskeln verstärkend ein, während diejenigen der *Obliqui* schon im hinteren Segmente mit den äquatorialen Faszikeln sich vereinigen. Wie schon erwähnt, ist die harte Augenhaut arm an Gefässen. Ihre feinen Kapillaren bilden ziemlich weitmaschige Netze (*Brücke*). Nerven liessen sich wenigstens beim Kaninchen erkennen (*Rahm*[2]).

Die Hornhaut, *Cornea* (Fig. 373. *a*), mit ihren beiden glashellen Grenzhäuten (*b. c*) fand schon früher (§ 142) eine ausführliche Erörterung. Ebenso wurde des geschichteten Plattenepitheliums der vorderen Fläche (*d*), welches man mit dem Namen des Bindehautblättchens

Fig. 873.



Die Hornhaut des Neugeborenen in senkrechtem Durchschnitt (aber bedeutend verkürzt gehalten). *a* Hornhautgewebe; *b* vordere, *c* hintere glashelle Lage; *d* geschichtetes Plattenepithelium; *e* einfache Epitheliallage.

der Hornhaut bezeichnete, sowie des einfachen Zellenüberzugs der Hinterfläche (*e*) gedacht (§ 106 und 107).

Ihr eigenthümliches chondrigenes Gewebe geht an der Peripherie sich ändernd in das gewöhnliche collagene Bindegewebe der *Sclerotica* über und zwar in die meridianartigen Faserzüge der letzteren [3]). Die Hornhautzellen mit ihren Ausläufern wandeln sich hierbei in elastische Fasernetze um. An ihren Rändern erleidet die *Descemet*'sche Haut eine eigenthümliche Umwandlung zu streifigen membranösen Massen, welche ein verschiedenes Geschick haben. Die äusseren gehen theilweise in die hintere Wand des *Schlemm*'schen Kanals über, theils verlieren sie sich in den Spannmuskel der Chorioidea und die inren endlich zerfallen in Balken und Stränge, welche frei durch die vordere Augenkammer verlaufen und hier in dem Irisgewebe verschwinden. Sie bilden so das *Ligamentum pectinatum* der Iris. Sein Gewebe erinnert bald mehr an elastisches (Mensch), bald stellt es ein netzförmiges Bindegewebe (z. B. bei der Katze) dar [4]).

Beim Erwachsenen bleibt die Cornea fast frei von Gefässen, indem nur in ihren Randtheil feine Kapillarschlingen etwa 0,5—1‴ weit hereinragen. Sie stammen von der *Conjunctiva scleroticae* ab und liegen oberflächlich [5]).

Die Nerven der Hornhaut [6]) kommen von den Ciliarnerven. Beim Kaninchen treten in das hintere Segment der Sclerotica mehrere ziemlich starke Nervenstämme ein und verlaufen durch die Substanz jener nach vorne. Nach Abgabe von Aestchen für die Sclerotica selbst gelangen sie unter fortgehender, jedoch ziemlich unregelmässiger Verzweigung zur Cornea. Die Zahl der in letztere sich einsenkenden Stämmchen wird sonach begreiflicherweise wechselnd ausfallen müssen. Beim Menschen treten diese Nerven am vorderen Theile der Sclerotica ein und kommen

als etwa 24—36 dünne Stämmchen im Hornhautgewebe vor. — Die Primitivfasern verlaufen entweder noch theilweise markhaltig oder zu blassen, marklosen Fäden umgewandelt gegen die centralen Partieen, halten jedoch, gleich den Gefässschlingen, die äusseren Theile ein. Theilungen der Röhren kommen vor. Zuletzt gewahrt man ungemein zarte, schwer zu verfolgende Netze (*Koelliker*, *His*).

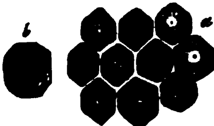
Anmerkung. 1) *Loewig* in *Reichert*'s Studien des physiol. Instituts zu Breslau S. 123. Man s. ferner *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 606. — 2) *Rahm* in den Mittheilungen der naturf. Gesellsch. in Zürich Bd. 2. S. 86; *Bochdalek* in der Prager Vierteljahrschrift 1849. Bd. 4. S. 119. — 3) *Loewig* a. a. O. S. 131. — 4) Vergl. *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 612 und 618; *Henle* im Jahresbericht für 1852. S. 28. — 5) *His*, Beiträge zur Histologie der Cornea S. 62. — 6) Die Nerven der Hornhaut entdeckte *Schlemm* (Berliner encycl. Wörterbuch Bd. 4. S. 22). Man s. *Bochdalek* in dem Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag von 1837. S. 182; *Valentin, de functionibus nervorum. Bern. et Sangall.* 1839 *p.* 19; *Pappenheim* in *Ammon*'s Monatsschrift 1839. S. 281; *Purkinje* in *Müller*'s Archiv 1845. S. 292; *Koelliker* in den Züricher Mittheilungen Bd. 1. 2. S. 89; *Rahm* a. a. O. S. 86; *Luschka* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift Bd. 10. S. 20; *His l. c.* S. 59.

§ 291.

Bei weitem zusammengesetzter fällt das System der *Uvea* mit den einzelnen oben erwähnten Bestandtheilen aus.

Die *Chorioidea* besteht aus einer äusseren Faserhaut und einem inneren Ueberzuge ungeschichteten pigmentirten Plattenepitheliums.

Fig. 374.



Sogenannte polyedrische Pigmentzellen von der Chorioidea des Schafs; *a* Mosaik der sechseckigen Zellen; bei *b* eine grössere achteckige.

Letzteres (Fig. 374) hat § 108 seine ausführliche Erörterung gefunden. Die häutige Unterlage ist ein an Blutgefässen ungemein reiches Bindegewebe, weshalb man jene als Gefässhaut des Auges in nächste Verbindung mit der *Pia mater* gebracht hat (S. 298). Man hat im Uebrigen an der Chorioidea ziemlich widernatürlich mehrere Lagen unterschieden Die Grundlage[1]) bildet ein Netzwerk verzweigter, sternförmiger oder unregelmässig ausgezackter Bindegewebszellen mit bald kürzeren, bald längeren fadenförmigen Ausläufern, welche sich durch ihre grosse Neigung, dunkle, namentlich schwarze Pigmentmassen aufzunehmen, auszeichnen (Fig. 375). Dieser »sternförmigen Pigmentzellen« ist beim Bindegewebe (§ 141) gedacht worden. Nach aussen setzt das Gewebe sich als eine weiche bräunliche Verbindungssubstanz gegen die Sclerotica fort und heisst *Lamina fusca*, während die innerste, mit einem sehr entwickelten Haargefässnetz versehene Schicht den Namen der *Membrana choriocapillaris* erhalten hat[2]).

Nach vorne geht die Chorioidea bekanntlich in den Strahlenkranz, *Corpus ciliare*, mit den zahlreichen nach innen einspringenden Ciliarfortsätzen, *Processus ciliares*, über. Diese Gebilde

Fig. 375.



Pigmentirte Bindegewebskörperchen (sogenannte sternförmige Pigmentzellen) aus der *Lamina fusca* des Säugethierauges.

sind bekleidet von dem gleichen pigmentirten Plattenepithelium. Es ist aber hier zu einer Schichtung desselben (mit wenigstens doppelter Lage) gekommen (§ 108). Aeusserlich an den Strahlenkranz, dessen Gewebe dem der Chorioidea gleicht (obgleich pigmentirte Bindegewebskörperchen spärlich werden), setzt sich ein eigenthümlicher, ziemlich dicker, glatter Muskel, der Anspanner der Chorioidea, *Tensor chorioideae* oder *M. ciliaris*, an, dessen Entdeckung man *Brücke*[3]) und *Bowman*[4]) verdankt, während er früher unter dem Namen des *Ligamentum ciliare* für einfaches Bindegewebe gegolten hatte.

Derselbe entspringt an der Grenze von Cornea und Sclerotica aus dem Bindegewebe, welches die Innenwand des *Schlemm*'schen Kanals bildet und geradezu als seine Sehne angesehen werden kann. Seine Faserbündel halten von hier aus eine radienartige Verlaufsweise nach hinten ein und verlieren sich äusserlich in den vorderen Theil des *Corpus ciliare*. Er dient dazu, die Chorioidea vorzuziehen und anzuspannen. Nach einwärts von ihm, an der Uebergangsstelle der Iris in den Strahlenkranz, liegt ein System ringförmig angeordneter Bündel kontraktiler Faserzellen. Man verdankt die Entdeckung dieses circulären Muskels *H. Müller*[5]).

In der Blendung oder *Iris* erscheinen die Bindegewebskörperchen der ganzen Uvea wieder. Sie sind jedoch in blauen Augen pigmentfrei, in anders gefärbten dunkleren mehr oder weniger mit bald helleren gelblichen und bräunlichen, bald dunkleren schwärzlichen Körnchen erfüllt. Zwischen ihnen aber ist die Grundmasse nicht mehr homogen, sondern streifig und fibrillär zerfallen und somit ein ächtes Bindegewebe geworden.

Die muskulöse Natur der Blendung ist schon seit längerer Zeit bekannt. Wir treffen einmal am Pupillarrande derselben, jedoch mehr im hinteren Theile der Wand, den sogenannten Schliessmuskel, *Sphincter pupillae*, ein System ringförmig angeordneter Bündel glatter Muskulatur von etwa 0,25''' Breite und aus ihm entspringende vereinzelte Bündel, welche in radienförmigem Verlaufe das Gewebe durchziehen und sich, wie es den Anschein hat, in der Peripherie der Blendung, sowie gegen den Rand der *Descemet*'schen Haut verlieren.

Sie stellen den Erweiterer, *Dilatator pupillae*, her. Das Muskelgewebe der Blendung, bei Mensch und Säugethier ein glattes, besteht in interessanter Weise bei den Vögeln und beschuppten Amphibien aus quergestreiften Fasern.

Die Iris trägt an ihrer hinteren Fläche den geschichteten Ueberzug pigmentirter Plattenepithelien, an der vorderen einen einfachen farbloser polyedrischer Zellen (§ 106).

Die Chorioidea erhält ihr Blut[6]) durch die zahlreichen *Arteriae ciliares posticae breves* zugeführt. Ihre Aeste verlaufen in der mittleren Lage und sind einmal vordere, welche der Chorioidea nicht verbleiben, sondern in das *Corpus ciliare* und die Iris verlaufen, dann äussere, welche, ohne Haargefässe zu bilden, in die bald zu erwähnenden sogenannten *Venae vorticosae* übergehen und endlich innere, welche sich zu dem unter der Pigmentschicht befindlichen ungemein entwickelten Kapillarnetze feiner (etwa 0,00300—0,0025‴ messender) Röhren auflösen. Diese Haargefässe erstrecken sich bis zur *Ora serrata*. Die Ciliarfortsätze bestehen aus dem dichtesten Konvolut etwas stärkerer Gefässe. Aus allen diesen Theilen erfolgt der Uebergang in das den Arterien äusserlich aufliegende Venensystem, und zwar wesentlich in die *Venae vorticosae*, welche meistens zu 6, bisweilen auch nur zu 5 und 4 vorkommen und gleich den Arterien in die Sclerotica eintreten. Ein geringer Theil des venösen Blutes fliesst durch sehr kleine *Venulae ciliares posticae breves* ab, welche im hinteren Theile der Chorioidea erscheinen.

Die Blendung wird einmal, wie wir eben erfuhren, mit arteriellem Blute durch Zweige der *Art. cil. post. brev.* versorgt, dann durch die beiden *Art. ciliares posticae longae* und die 5—6 *Art. ciliares anticae*. Die beiden *Art. cil. post. long.* bilden, an der Iris angekommen, nach Abgabe von Zweigen für den Spannmuskel der Chorioidea durch zahlreiche Anastomosen den *Circulus arteriosus iridis major*. In ihn treten auch theilweise die *Art. cil. ant.* ein (welche ebenfalls den Tensor versehen), theils laufen sie über jenen weg, um mit den arteriellen Röhren, welche vom *Corpus ciliare* kommen, ebenso aus dem grossen arteriellen Ringe der Iris abgehen, geschlängelt zum Pupillarrande zu verlaufen. Auf diesem Wege bilden sie theils ein Haargefässnetz, theils erreichen sie in Gestalt noch stärkerer Röhren die Nachbarschaft der Pupille und stellen hier den *Circulus arteriosus iridis minor* her. Die Venen der Blendung halten die entgegengesetzte centrifugale Verlaufsweise ein und sind vielfach durch Anastomosen hierbei vereinigt. Sie treten theils in die *Vasa vorticosa* ein, theils bilden sie die beiden *Venae ciliares posticae longae,* theils sammeln sie sich zum venösen, den *Schlemm*'schen Kanal erfüllenden Sinus und verlassen diesen wieder als *Venae ciliares anticae.*

Auch an Nerven ist die Uvea reich; doch beschränken sie sich beim Menschen auf die Iris und den Tensor und bedingen deren Bewegungen. Es sind die *Nervi ciliares,* etwa 14 an Zahl und grösstentheils vom Ciliarknoten kommend und aus feineren Röhren bestehend. Sie stellen im Spannmuskel starke Plexus dar, geben dann für seine glatte Muskulatur Fasern ab und senken sich ferner in die Blendung ein, um hier unter vielfachen Verästelungen und Anastomosen centripetal gegen die Pupille zu verlaufen. Die Endigung der Primitivfasern dieses (namentlich beim weissen Kaninchen) höchst zierlichen Nervennetzwerks in der Blendung kennt man noch nicht[7]).

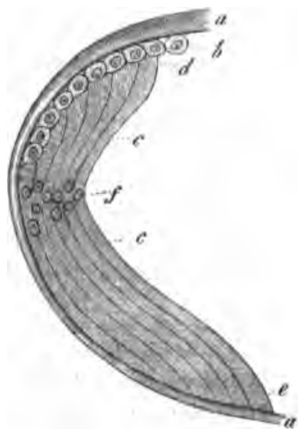
Anmerkung. 1) Eine höchst eigenthümliche und zwar häufige Bildung ist die Tapete des Säugethierauges, eine farblose glänzende Stelle, welche zwischen der innersten, die Kapillaren führenden und der mittleren, die grösseren Gefässe enthaltenden Lamelle der Chorioidea gelegen ist. Bei den Wiederkäuern, dem Pferde, Elephanten etc. besteht sie aus zierlichen und regelmässig wellenförmig angeordneten Bindegewebebündeln, deren Wellenbeugungen Interferenzfarben erzeugen. Bei den Fleischfressern und Robben besteht sie dagegen in völlig anderer Weise aus glatten rundlich eckigen gekernten Zellen. Ueber der Tapete erscheinen die Epithelialzellen im Allgemeinen frei von Pigmentmolekeln. Man vergl. *Brücke* in *Müller*'s Archiv 1845. S. 387 und Beschreibung des Augapfels S. 54. — 2) Als innerste Lage der Chorioidea hat man noch eine sogenannte elastische Lamelle unterschieden, ein dünnes, 0,0006''' messendes glashelles Begrenzungshäutchen, welches von *Bruch* (Untersuchungen zur Kenntniss des körnigen Pigmentes S. 6) entdeckt wurde. Es überzieht auch die *Processus ciliares*. (Man s. *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 630 u. *Luschka*, seröse Häute S. 45). — 3) S. *Müller*'s Archiv 1846. S. 370. — 4) *Todd* und *Bowman* a. a. O. *Vol.* 2. *p.* 27. — 5) Archiv für Ophthalmologie Bd. 3. S. 1. — 6) *Brücke* a. a. O. S. 13. — 7) *Valentin* in den *Nova Act. Leopold. Vol.* 18. 1. *p.* 110; *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 647.

§ 292.

Die hinter der Cornea befindlichen übrigen brechenden Medien des Auges stellen den *Humor aqueus*, die Linse und den Glaskörper dar.

Von diesen hat die Krystalllinse (Fig. 376) sammt ihrer Kapsel beim Linsengewebe (§ 169—171) eine Erörterung gefunden. Ebenso wurde des Glaskörpers bei dem Gallertgewebe (§ 130) erwähnt.

Fig. 376.



Schematische Darstellung der Krystalllinse des Menschen. *a* Kapsel, *b* Epithelium, *c* Linsenfasern mit dem vorderen *d* und hinteren Ende *e*; *f* Kernzone.

Es bleibt zunächst der wässerigen Flüssigkeit zu gedenken. Dieselbe erfüllt die beiden Augenkammern und durchdringt leicht das Hornhautgewebe (*His*), wie sie sich auch nach der Entleerung sehr rasch wieder erzeugt[1]). Der *Humor aqueus*, eine alkalische, mit einem spezifischen Gewichte von 1003 — 1009 versehene Flüssigkeit, führt keinerlei körperliche Theile, sondern ist ein Wasser, welches 1—1,5 % fester Stoffe in Lösung hält und wohl von den Blutgefässen der Ciliarfortsätze, ebenso der Iris abgeschieden wird.

Die festen Körper des *Humor aqueus* sind Eiweiss, gebunden an Natron, Harnstoff nach *Millon* (§ 41), Extraktiv- und Mineralstoffe. Unter letzteren erscheint namentlich Kochsalz.

Wir benutzen hier eine Analyse von *Lohmeyer*[2]). Derselbe fand für die Augenflüssigkeit des Kalbes folgende mittlere Zusammensetzung:

Wasser	. . . .	986,870
Natronalbuminat	.	1,223
Extraktivstoffe	. .	4,210
Kochsalz . . .	.	6,890
Chlorkalium . .	.	0,113
Schwefels. Kali .	.	0,221
Erdphosphate	. .	0,214
Kalkerde . . .	.	0,259

Der Brechungsindex beträgt nach *Krause*[3]) 1,3349 für den menschlichen *Humor aqueus.* — Die Brechungsexponenten von Glaskörper, Linse und Hornhaut sind bei den betreffenden Geweben erwähnt. —

Der Umstand, dass der Glaskörper beim Anstechen zwar Flüssigkeit verliert, aber nicht zerfliesst, lehrt, dass er abgesehen von seiner Textur noch einen weiteren Bau des Innern, Membranen oder Scheidewände, führen müsse. Ueber diesen Gegenstand herrscht zur Zeit noch ein grosses Dunkel. Man hat ein System konzentrisch in einander geschachtelter Lamellen oder ein Fachwerk vertikaler Scheidewände, welche wie die einer Orange radial gestellt seien, annehmen wollen und zwar nach künstlich erhärteten Organen. Beiderlei Auffassungen haben sich nicht bestätigt[4]).

Fest steht allein die äussere Hülle, die ***Membrana hyaloidea***, ein strukturloses, sehr feines, der Retina frei anliegendes und nur an der Eintrittsstelle des Sehnerven mit letzterer verwachsenes Häutchen.

In der Gegend der *Ora serrata* beginnt eine Zerspaltung der Glaskörperhaut in ein vorderes und ein hinteres Blatt, welche sich schliesslich, mehr und mehr voneinanderweichend, an die Linsenkapsel ansetzen, um mit dieser zu verschmelzen. Man nennt das hintere Blatt die eigentliche *Hyaloidea*, das vordere die *Zonula Zinnii* und den zwischen ihnen eingeschlossenen, die Aequatorialregion der Linse kreisförmig umgebenden Gang den *Canalis Petiti.*

Die hintere Lamelle bietet nichts Auffallendes dar, wohl aber die *Zinn*'sche Zone. Diese, den Ciliarfortsätzen dicht aufliegend, wird von letzteren halskrausenartig eingedrückt, so dass sie mit wellenförmigem Rande sich an die Linsenkapsel inserirt. Für das unbewaffnete Auge ein festeres glashelles Häutchen, zeigt sie bei mikroskopischer Untersuchung ein System sehr blasser, meridianartig laufender steifer Fasern, namentlich gegen die Linse zu. Dieselben, von *Henle*[5]) entdeckt, sind theils sehr fein, theils dicker (als ob sie Bündeln der ersteren entsprächen) und dann vielfach netzartig verbunden. Man wird sonach an gewisse Formen des Bindegewebes érinnert, ohne dass man jedoch an den Mittelpunkten den Kern eines Bindegewebskörperchen sehen könnte. Auch ist das Fasersystem gegen Säuren und Alkalien in hohem Grade resistent.

Anmerkung: 1) *His* a. a. O. S. 25. Bei einer jungen Ziege füllte sich schon nach fünf Minuten die entleerte Augenkammer wieder. Die Flüssigkeit pflegt jetzt fibrinhaltig zu sein. — 2) *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. N. F. Bd. 5. S. 58. Man

s. noch *Frerichs* in den *Hannover*'schen Annalen 1848. S. 657 und *Schlossberger*'s Gewebechemie 1. S. 312. — 3) a. a. O. S. 28. — 4) Man s. die § 180 Anmerk. 1 erwähnte Literatur, ferner *Hannover* in *Müller*'s Archiv 1845. S. 467 und *Brücke*'s Augapfel S. 31. — 5) *Henle*'s allg. Anat. S. 332 und *Koelliker*'s Mikr. Anat. S. 716 und 719.

§ 293.

Die Nerven- oder Netzhaut des Auges, *Retina*[1]), enthält einmal die Ausbreitung der Sehnervenfasern, daneben aber in wunderbar komplizirtem Bau sehr verschiedenartige Formelemente, welche theils nervöser und theils bindegewebiger Beschaffenheit sind. Die ausserordentliche Zartheit und Veränderlichkeit unserer Membran macht sie zu einem der schwierigsten histologischen Objekte und die Verhandlungen über ihre Textur sind noch zur Stunde trotz zahlreicher und ausgezeichneter Untersuchungen (wozu besonders in den letzten Jahren Chromsäurepräparate dienten) von einem Abschlusse weit entfernt. In neuester Zeit hat sich namentlich *H. Müller* um das Studium der Retina grosse Verdienste erworben.

Fig. 377.

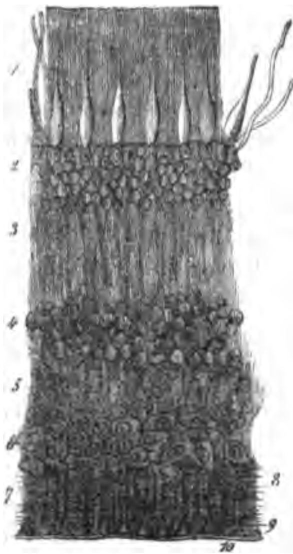


Fig. 378.



Die Retina des Menschen im Vertikalschnitte. Fig. 377 einen halben Zoll von der Eintrittsstelle des Sehnerven entfernt; Fig. 378 nahe von letzterer. 1 Die Lage der Stäbchen und Zapfen; 2 die äussere Körnerschicht; 3 die Zwischenkörnerschicht; 4 die innere Körnerschicht; 5 die fein granulirte Schicht; 6 die Lage der Ganglienzellen; 7 die Ausbreitung der Sehnervenfasern; 8 die radialen *Müller*'schen Fasern; 9 ihre Befestigung an der Begrenzungshaut; 10 die *Membrana limitans* selbst. (*Koelliker*'sche Holzschnitte.)

Die Nervenhaut besitzt an der Eintrittsstelle des Sehnerven ihre grösste Mächtigkeit mit 0,16667—0,1''', verdünnt sich dann nach vorwärts etwa auf die Hälfte, um an ihrem vorderen Ende noch eine Dicke von 0,04''' darzubieten. Hier hört sie mit wellig gebogenem Rande, der *Ora serrata*, auf. Nach aussen von der Eintrittsstelle des Sehnerven, und zwar etwa $1\frac{1}{2}$''' von dessen Mittelpunkt entfernt, erscheint der gelbe Fleck, *Macula lutea*, eine ovale, 1,5''' lange und 0,5''' breite, durch diffusen gelben Farbestoff kolorirte Stelle. In ihrer Mitte zeigt sich die *Fovea*

centralis, eine vertiefte eckige Grube, welcher eine starke Verdünnung der Retina entspricht[2]). Die *Macula lutea* bildet die Stelle des deutlichsten Sehens.

Die Retina (Fig. 377 u. 378) besteht von aussen nach innen aus folgenden Lagen: 1) aus der Schicht der Stäbchen und Zapfen, dem *Stratum bacillosum* (1. 1); 2) aus der Körnerschicht oder dem *Stratum granulosum*, welche wiederum zerfällt in die äussere Körnerlage (2. 2), in die Zwischenkörnerschicht (3. 3) und die innere Körnerschicht (4. 4); 3) aus der Lage grauer Hirnsubstanz, deren Aussentheil die feinkörnige Schicht (5. 5) und deren Innenschicht die Lage der Ganglienzellen oder das *Stratum cellulosum* (6. 6); 4) aus der Ausbreitung der Sehnervenfasern, *Stratum fibrillosum* (7. 7), und endlich 5) aus der Begrenzungshaut, *Membrana limitans* (10. 10). Durchzogen und zusammengehalten werden diese Lagen durch die von *Müller* entdeckten Systeme radialer Fasern (8. 8), welche theils die Endausstrahlungen des Opticus, theils einen bindegewebigen Stützapparat darstellen.

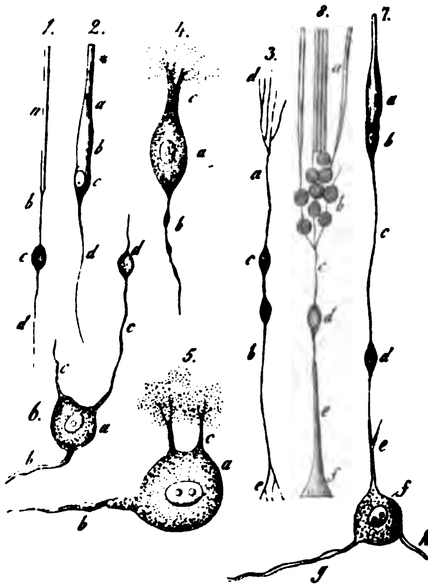
Anmerkung: 1) Aus der neueren Literatur der Retina verdienen folgende Schriften und Arbeiten Erwähnung: *Bidder* in *Müller*'s Archiv 1839 S. 371 und 1841 S. 248; *Lersch*, *De retinae structura microscopica. Berolini* 1839. *Diss.*; *Henle*, Allg. Anat. S. 657; *Hannover*, *Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague* 1844; *Pacini*, Ueber die feinere Textur der Retina. Aus dem Ital. übersetzt. Freiburg 1847; *Brücke*, Anat. Beschreibung des Augapfels S. 23; *Müller* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 3. S. 234; in den Würzburger Verhandlungen Bd. 2. S. 216, Bd. 3. S. 336, Bd. 4. S. 96; dann bei *Siebold* und *Koelliker* Bd. 8. S. 1; *Koelliker* in den Würzburger Verh. Bd. 3. S. 316, Mikr. Anat. S. 648 und Handbuch S. 629; *De Vintschgau* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie Bd. 11. S. 943. Man vergl. ferner *Corti* in *Müller*'s Archiv 1850. S. 274 und in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 5. S. 87; *Hannover* am gleichen Orte S. 17; *Remak*, Allg. mediz. Centralzeitung 1854. No. 1. u. deutsche Klinik 1854. No. 16; *Henle* in seiner u. *Pfeufer*'s Zeitschr. N. F. Bd. 2. S. 305; *Bergmann* ebendas. Bd. 5. S. 245 u. 3. R. Bd. 2. S. 83; *Krause* a. d. O. N. F. Bd. 6. S. 105; *Blessig*, *De retinae textura disquisitiones microsc. Dorpati* 1855. *Diss.*; *Lehmann*, *Experimenta quadam de nervi optici dissecti ad retinae texturam vi et effectu. Dorpati* 1857. *Diss.*; *Nunneley*, *Quarterly Journal of micr. science. Juli* 1858. *p.* 217. — 2) Die sogenannte *Plica centralis*, eine faltenförmige Verdickung von der Eintrittsstelle des *Opticus* zur *Macula lutea*, kommt im lebenden Auge nicht vor.

§ 294.

1. Die Stäbchenschicht, *Stratum bacillosum* oder die *Jacob*'sche Haut, besteht aus den Stäben und den Zapfen, die in gedrängter senkrechter Stellung vorkommen.

Die Stäbchen, *Bacilli* (Fig. 379. 1. *a* und 8. *a*), sind schlanke Cylinderchen, gebildet aus einer ganz homogenen glashellen Substanz, welche durch die ganze Dicke der Schicht hindurchgehen, ohne sich in ihrem Quermesser zu ändern. Ihr äusseres abgestutztes Ende stösst an das Pigment der Chorioidea an, ihr inneres zieht sich dagegen in eine

Fig. 379.



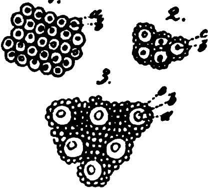
Die Elemente der Retina von Mensch und Säugethier (theilweise nach *Müller* und *Koelliker*). 1 Ein Stäbchen des Menschen; *a* Stäbchen, *b* Faden, *c* Zelle der äusseren Körnerschicht, *d* Fortsetzung des Fadens. 2 Ein menschlicher Zapfen; *b* Zapfen, *a** Zapfenstab, *c* Zapfenkorn, *d* Faden. 3 Eine Radialfaser mit zwei Körnern *c*; *a* oberer Theil der Faser mit Zerspaltung *d*, *b* unterer mit getheilten, an die *Membrana limitans* sich ansetzenden Ausläufern *e*. 4 und 5 Ganglienzellen vom Menschen; *a* Zelle, *b* Nervenfaser, *c* obere Fortsätze mit den Molekülen der feinkörnigen Schicht umhüllt. 6 Eine Ganglienzelle vom Schwein; *a* Zellenkörper, *b* Nervenfaser, *c* Fortsätze nach oben, der eine in eine Zelle der inneren Zellenschicht *d* übergehend. 7 Schema des Zapfens und seines Uebergangs zur Retinafaser; *a* Zapfen, *b* Zapfenkorn, *c* radiale (nervöse) Faser, *d* Zelle der inneren Kernschicht, *e* Fortsetzung der Faser, *f* Ganglienzelle, *h* Kommissurfaden, *g* Nervenfaser. 8 Schema der Stäbchen; *a* Stäbe, *b* Zellen der äusseren und *d* Zelle der inneren Körnerschicht, *c* und *e* Faden, bei *f* konisch erweitert an die *Membrana limitans* gehend.

sehr feine und sehr leicht abbrechende Spitze aus, welche zu einem ausserordentlich feinen Faden (1. *b*) wird, der, die senkrechte Verlaufsweise fortsetzend, in ein Korn der äusseren Körnerschicht übergeht (1. *c* und 8. *b*). Indessen kann ein solches Korn auch schon unmittelbar dem unteren Ende des Stäbchens aufsitzen. Die Länge des Stäbchens ist im hinteren Theile des Augapfels am beträchtlichsten, 0,02660''', mehr nach vorne 0,02217, der *Ora serrata* nahe 0,01773'''. Die Dicke desselben kann zu 0,00066—0,00079''' geschätzt werden (*Müller*). In chemischer Hinsicht bestehen unsere Gebilde aus einer in höchstem Grade veränderlichen (eiweissartigen) Substanz. Sie treten demnach bei mikroskopischer Untersuchung mit einer Menge der sonderbarsten Gestaltveränderungen auf.

Noch eigenthümlicher ist der Bau der Zapfen, *Coni* (Fig. 379. 2. *b*. 7. *a*). Sie besitzen beim Menschen die Gestalt einer schlanken Flasche, deren Basis an der Grenzlinie der Körnerschicht gelegen ist. Ihr oberer Theil ist ein sich etwas zuspitzendes stäbchen- oder stiftchenartiges Gebilde, das sogenannte Zapfenstäbchen (Fig. 379. 1. *a**); der untere angeschwollene Theil (Fig. 379. 2. *b*. 7. *a*) ist bald gedrungener und breiter, bald schlanker, von 0,00177—0,00266''' Breite. Besonders schlank sind die Zapfen des gelben Flecks. An der Basis des Zapfens sitzt endlich, meistens unter leichter Ringsfurche, ein kleines ovales oder birnförmiges, gekerntes Körperchen, eine kleine Zelle (Fig. 379. 2. *c* und 7. *b*) auf,

welche schon zur äusseren Körnerlage gehört. Die Länge des Gesammtzapfens steht derjenigen der Stäbchen etwas nach. Stäbchen und Zapfen werden im Uebrigen durch ein glashelles Bindemittel zusammengehalten (*Henle*, *Müller*).

Fig. 380.



Die Stäbchenschicht von aussen betrachtet. *a* Zapfen, *b* Zapfenstäbchen, *c* gewöhnliche Stäbe. 1 Vom gelben Fleck; 2 an der Grenze desselben; 3 aus der Mitte der Netzhaut. (*Koelliker*'scher Holzschnitt.)

Was das Mengenverhältniss jener beiderlei Bestandtheile der äusseren Retinaschicht betrifft, so finden sich hier nach den Lokalitäten merkwürdige Verschiedenheiten. An der *Macula lutea* des Menschen, der Stelle des schärfsten Sehens[2]), kommen, wie *Henle* entdeckte, nur die Zapfen vor (Fig. 380. 1). In der Nachbarschaft stehen die Zapfen ebenfalls noch gedrängt, so dass sie von einzelnen Kreisen der Stäbchen umgeben sind (2). Weiter nach aussen und vorne sind die vereinzelteren Zapfen durch mehrere Stäbchenreihen umstellt (3). Die Menge der Stäbchen in der ganzen Retina übertrifft mithin diejenige der *Coni* bedeutend.

2. Die äussere Körnerschicht besteht aus mehreren Lagen kleiner, 0,00222 — 0,00355 und 0,004‴ messender Zellen, deren feine Hülle den Nucleus sehr dicht umschliesst (Fig. 379. 1. *c*. 2. *c*. 8. *b*). Das ganze Stratum beträgt über den grösseren Theil der Retina 0,02217 — 0,02660‴, nimmt aber sowohl gegen die *Ora serrata* als die Augenachse hin an Mächtigkeit ab. Die unsere Lage konstituirenden Zellen stehen sowohl mit den Zapfen als den Stäbchen in Verbindung, so dass man Zapfenkörner (Fig. 379. 2. *c*. 7. *b*) und Stäbchenkörner (Fig. 379. 1. *c*. 8. *b*) unterschieden hat. Erstere, etwas grösser, sind die dem Grunde des Zapfens ansitzenden Gebilde, welcher wir bei jenem schon gedacht haben. Letztere, kleiner und im Allgemeinen viel zahlreicher, befinden sich seltener unmittelbar am unteren Theile des Stabes, sondern hängen in der Regel durch einen bald kürzeren, bald längeren radialen Faden mit jenem zusammen. Es scheinen bisweilen mehrere Körner in dieser Weise durch einen einzigen Faden verbunden und umgekehrt mit einem Korn zwei Stäbchen zusammenhängend zu sein. Nach abwärts setzt der radiale Faden den Weg unverändert vom anderen Pole des Kornes aus fort (Fig. 379. 1. *d*. 2. *d*. 7. *c*. 8. *c*), so dass man ebensowohl auch den Ausdruck einer Einbettung der Körner in den Verlauf der radialen Faserung gebrauchen kann. Von Interesse ist der Umstand, dass die von den Zapfenkörnern entspringenden Fäden stärker und mit an Varikositäten erinnernden Anschwellungen versehen zu sein pflegen.

3. Die Zwischenkörnerschicht stellt eine feinkörnige, durch die sie durchsetzenden radialen Fasern senkrecht gestreifte Schicht dar. Sie hat an den einzelnen Lokalitäten des Auges eine sehr ungleiche Mächtigkeit. Am massenhaftesten zeigt sie sich im gelben Flecke und zwar mit 0,04433 — 0,06600‴, um in der *Fovea centralis* abzunehmen und

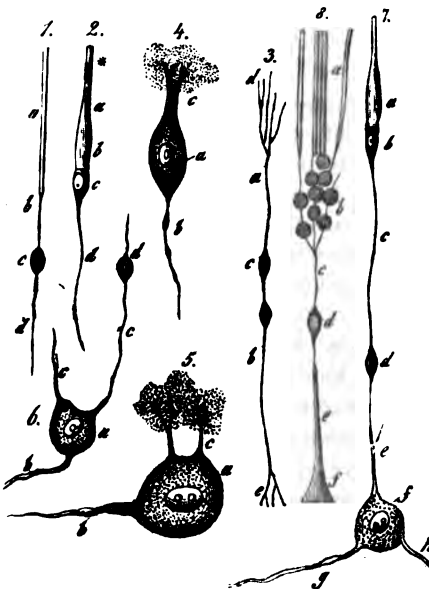
vielleicht zu verschwinden. Im übrigen Theile der Retina besitzt sie nur die Hälfte oder ein Drittheil der angegebenen Höhe. Beim Menschen enthält sie keinerlei zellige Gebilde (*Müller*, *Koelliker*), während sie bei Fischen und auch der Schildkröte ein merkwürdiges Netzwerk strahliger Zellen führt (*Müller*[2]).

4. Die innere Körnerschicht besitzt gewöhnlich beim Menschen eine geringere Mächtigkeit als die äussere, und zwar im Grunde des Augapfels 0,01330—0,01773‴. Ausgenommen ist der gelbe Fleck, wo sie eine die äussere Körnerlage übertreffende Mächtigkeit mit 0,02660‴ gewinnt. Ihre Zellen (Fig. 379. 7. *d*. 8. *d*) pflegen etwas grösser und deutlicher zu sein und sind vielfach evident in den Verlauf radialer Fasern eingelagert.

5. Die feinkörnige Lage erinnert an die zarte molekuläre Masse, welche wir früher in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks angetroffen haben. Durchsetzt wird sie von zahlreichen Vertikalfasern, deren, wie es den Anschein hat, zweierlei vorkommen, gleichmässig feine und eine noch zartere, mit Varikositäten versehene Form. Die feinkörnige Schicht besitzt im Grunde des Auges 0,01773‴ Stärke, um nach vorne allmählich bis zu 0,01330‴ herabzusinken. Stärkere Verdünnungen und vielleicht für einen sehr kleinen Raum ein gänzliches Verschwinden erfährt unsere Lage am gelben Flecke.

6. Die Lage der Ganglienzellen liegt, jedoch nicht scharf sich abgrenzend, an der Innenfläche der vorigen Schicht. Ihre blassen und zarten Ganglienzellen (Fig. 381. 4. *a*. 5. *a*. 6. *a*. 7. *f*) sind von verschiedenem Ausmaasse und in grossen Exemplaren bis 0,01667‴ messend. Sie gehören der multipolaren Form (wie in Gehirn und Rückenmark) an. Auch hier dienen ihre Ausläufer einmal als Kommissuren benachbarter Zellen (7. *h*); dann steigen andere derselben empor (4. *c*. 5. *c*. 6. *c*. 7. *e*), um zwischen den Molekeln der feinkörnigen Schicht zu verschwinden, d. h. in einen Theil ihrer Fasern und mit diesen zu den Zellen der innern Körnerschicht sich fortzusetzen. Andere, und zwar sehr zahlreiche, Ausläufer endlich gehen in ächte Opticusfasern (4. *b*. 5. *b*. 6. *b*. 7. *g*) über,

Fig. 381.



welche horizontal verlaufen. Man verdankt die Entdeckung des letzteren, später manchfach bestätigten Verhaltens *Corti*. Es ist im Uebrigen nicht schwer, sich von der Existenz der Ganglienzellen zu überzeugen. Sie sind deshalb gegenüber den Beobachtungen von *Pacini*, *Corti*, *Müller*, *Koelliker*, *Remak*, *Vintschgau* u. A., mit vollem Unrechte von *Blessig* und *Lehmann* kürzlich geläugnet worden.

Die Stärke der Ganglienzellenlage (Fig. 377. 6 und Fig. 378. 6) differirt in interessanter Weise nach den einzelnen Oertlichkeiten sehr beträchtlich. Ihre grösste Mächtigkeit erreicht sie am gelben Flecke, wo mehrere Reihen (bisweilen 6 — 10) Zellen übereinander liegen, so dass sie gegen 0,04433‴ hoch wird, um jedoch in der *Fovea centralis* wieder eine Abnahme zu erfahren. In der Nachbarschaft der *Macula lutea* nimmt die Dicke der Ganglienzellenlage mehr und mehr ab, so dass die Reihe eine doppelte und allmählich nur eine einfache wird. Gegen die *Ora serrata* hin trifft man endlich die Ganglienkörper vereinzelt und durch immer grössere Zwischenräume getrennt.

7. Wir wenden uns jetzt zur Schicht der Sehnervenfasern, dem *Stratum fibrillosum*. Die Nervenröhren des Opticus liegen im Stamme desselben bündelweise, getrennt durch bindegewebige Zwischenmasse, als dunkle, 0,002 — 0,0006‴ dicke, sehr zu Varikositäten geneigte Fasern, um in dieser Weise die *Lamina cribrosa* zu durchsetzen. Hierauf breiten sie sich zu einer membranösen, die Innenfläche der Retina bedeckenden Schicht blass gewordener Fasern aus, wobei sie zwar anfänglich noch gruppenweise nebeneinanderliegen, jedoch ihre bindegewebigen Umhüllungen gänzlich eingebüsst haben. Indem sie mehr und mehr divergent verlaufen, erblicken wir zwischen den Bündeln sehr zahlreiche spitzwinklige Anastomosen, so dass wiederum einer jener charakteristischen Plexus entsteht, welche dicht vor der Endigung der Nerven so häufig sind. Verfolgen wir die Faserausbreitung nach vorne gegen die *Ora serrata* hin, so finden wir, die Bündel dünner und dünner werden und in grösseren Abständen von einander auftreten. Endlich erblickt man nur noch vereinzelte Nervenröhren ihren Weg fortsetzen. Dieselben verschwinden also mehr und mehr, je weiter wir nach vorwärts gelangen. Sie endigen durch die ganze Retina, indem sie sich in die multipolaren Ganglienzellen der früher beschriebenen Schicht einsenken. Nach dem eben Erwähnten muss die Sehnervenlage eine sehr ungleiche Mächtigkeit besitzen. An der Umgebung der Eintrittsstelle 0,13‴ dick, sinkt sie alsbald auf 0,044‴ und nimmt nach vorwärts so stark ab, dass sie in der Nähe der *Ora serrata* nur noch 0,0025‴ ergibt.

Eine sehr merkwürdige Anordnung zeigen die Nervenfasern an und auf dem gelben Flecke. An den Innenrand des letzteren tritt ein geringer Theil der Fasern in gerader Richtung, während die anderen die Seitenränder bogenförmig umkreisen, und zwar in immer stärkeren Kurven je weiter wir nach vorne kommen. Alle diese Fasern verschwinden in der *Macula lutea*, d. h. sie gehen in den massenhaften Ganglienzellen der-

selben unter, so dass auf ihr überhaupt kein *Stratum fibrillosum* mehr existirt. — Dieser Umstand ist von hoher physiologischer Bedeutung. Bedenkt man nämlich, dass die Eintrittsstelle des Opticus für Lichtwahrnehmungen ungeeignet ist und dass gerade an der Stelle des deutlichsten Sehens die Faserlage fehlt, so wird man zu der Ueberzeugung gelangen, dass die Sehnervenfaser gegen Lichtstrahlen, welche sie vor ihrer Endigung treffen, nicht reagirt und dass der lichtempfindende Apparat nach aussen von dem *Stratum fibrillosum* zu suchen sein werde.

8. Die Begrenzungshaut, *Membrana limitans* (*Pacini*) bedeckt die ganze Innenfläche der Retina in Form eines dünnen wasserhellen Häutchens. Sie besitzt einwärts eine glatte Fläche, trägt auswärts dagegen die Enden oder Anfänge radialer Fasern, welche sich mit ihr mehr oder weniger innig verbinden. Die *Membrana limitans* besitzt eine Dicke von 0,0005‴ (*Koelliker*) und nimmt nach vorne an Stärke zu. Ihre Mischung scheint die verwandter Glashäute zu sein.

9. Die radialen Fasersysteme endlich können in senkrechter Verlaufsweise durch den grössten Theil der Retina, d. h. von der Aussenfläche der Begrenzungshaut an bis zu der Basis von Stäbchen und Zapfen verfolgt werden. Von der *Membrana limitans* bemerkt man den Ausgangspunkt derselben entweder in Gestalt eines Kegels (Fig. 384 8. *f*), oder in Form einzelner konvergenter, bald zusammenstossender Fäserchen (3. *e*) und vermag die Fasern alsdann zwischen den Sehnervenröhren und Ganglienzellen hindurch bis zu Zellen der inneren Körnerlage zu verfolgen. Von Interesse für die Deutung dieser im inneren Theile der Nervenhaut erscheinenden radialen Faserung ist der Umstand, dass sie einmal an der *Macula lutea* ganz fehlt (*Müller*, *Remak*, *Koelliker*) und andererseits gegen das vordere Ende der Retina eine zunehmende Mächtigkeit gewinnt. Nimmt man noch die Insertion an der Begrenzungshaut hinzu, so dürfte über die nicht nervöse, d. h. bindegewebige Natur der von der Grenzhaut kommenden Fäden kein Zweifel herrschen.

Man bemerkt ferner die uns schon bekannte Verbindung radienartiger Fasern mit den Zellen der inneren Körnerlage (7. *d*. 8. *d*) und dann das Weiterlaufen jener zu den Elementen der äusseren Körnerschicht (7. *b*. 8. *b*). Vorher aber schon, bald früher, bald später, löst sich der radiale Faden in ein Büschelchen mehrerer feiner Fäserchen (8. *c*. *b*) auf, welche die Zellen der äusseren Körnerlage eingebettet besitzen und schliesslich in je ein Stäbchen auslaufen dürften (8. *a*), so dass die radiale Faser mit ihrem ganzen Endapparate einer kleinen dichten Dolde mit einfachem Stiele gleicht (*Müller*). — Bei den Zapfen (7) dürfte dagegen ein anderes Verhältniss existiren, indem immer nur einer derselben (*a*) am Ende einer radialen Faser (*c*. *e*) vorzukommen scheint.

Es ist leider nicht möglich, die radiale Faserung der Retina zur Zeit anders als hypothetisch zu verwerthen. Hält man fest, dass am gelben Flecke die Nervenfasern in die Ganglienzellen sich einsenken und dass aus letzteren senkrecht nach oben und aussen aufsteigende Fädchen ent-

springen, welche zu Zellen der inneren Körnerschicht verfolgt werden können, sowie dass vom Ende des Zapfens ein Faden zu letzterer Lage herabsteigt, so wird man sehr geneigt sein, in dem Zapfen das Endgebilde der Opticusfaser zu sehen und also einen Theil radialer Fasern als nervöse zu deuten.

Bei weitem schwieriger gestaltet sich das Verhältniss der radialen Faserung und der Stäbchen. Dürfte man die letzteren aus der Reihe nervöser Gebilde ohne Weiteres ausstreichen, so könnte man sie, die von ihnen abgehenden Fäden, einen grossen Theil der Körnerschicht und das an der *Limitans* sich inserirende Fasersystem als einen bindegewebigen Apparat zusammenfassen. Aber es ist nicht bewiesen, dass den Stäben die Natur der Nervengebilde abgehe, wie wir nicht einmal die Uebergänge zwischen Stäbchen und Zapfen ganz zu läugnen im Stande sind. Ebenso ist die Entdeckung der Terminalgebilde des Olfactorius (§ 288) der Deutung der Stäbe als nervöser Gebilde günstig, so dass also auch die Stäbchengruppen tragenden radialen Fasern in Verbindung mit der Endausstrahlung des Opticus gebracht werden können. Hiernach wird also die Auffassung der *Müller*'schen Fasersysteme, ob mehr nervöser oder mehr bindegewebiger Beschaffenheit, sich wechselnd gestalten müssen[3]).

Ueber die Mischungsverhältnisse der Retina haben wir kürzlich einige Untersuchungen von *Schmidt*[4]) erhalten. Die Substanz ergab ihm weder die Reaktionen der Eiweisskörper noch der Leimstoffe, sondern in der Mitte stehende Eigenschaften.

Fig. 382.



Gefässe der menschlichen Retina. *a* Arterielles; *c* venöses Aestchen; *b* das Kapillarnetz.

Wir haben noch der Gefässe unserer Haut zu gedenken (Fig. 382). Sie stammen aus der Verzweigung der *Art. centralis retinae* und halten den inneren Theil jener, die Faserlage und die Ganglienschicht, ein. Durch die weitere Zerspaltung der arteriellen Aeste *a* entstehen zierliche weitmaschige Netze sehr feiner, 0,0025—0,002''' dicker Haargefässe (*b*). Die venösen Zweige *c* vereinigen sich zur *Vena centralis*.

Die Entstehung der Retinaelemente beim Embryo[5]) ist wenig erforscht. Die grossen Ganglienzellen und die kleinen der Körnerschichten gehen aus embryonalen Bildungszellen hervor.

Anmerkung: 1) Ueber die merkwürdigen Texturdifferenzen der Retina nach den einzelnen Thiergruppen s. man neben der *Hannover*'schen Arbeit besonders den

Aufsatz von *Müller* im 8ten Bande der *Siebold-Koelliker*'schen Zeitschrift. — 2) Es ist von grösstem Interesse, dass die Unterscheidung kleinster Distanzen für das Auge Entfernungen der Bilder durch Rechnung ergibt, welche mit dem Querschnitte der Zapfen der *Macula lutea* harmoniren. — 3) Nach *Schultze* (in den Monatsberichten der Berliner Akademie 1856. S. 511) haben die sämmtlichen, an der *Membrana limitans* endigenden radialen Fasern keine Gemeinschaft mit Nervenfasern. Daneben gibt es aber ein zweites, in gleicher Richtung verlaufendes Fasersystem von evident nervöser Natur. Letzteres ist nur in Chromsäurelösungen von ganz bestimmter Stärke zu erhalten. — 4) In der Dissertation von *Blessig p.* 68. Ob das von *Schmidt* angetroffene Trimethylamin (§ 36) präexistirte, ist zweifelhaft. — 5) *Koelliker*, Mikr. Anat. S. 728 und *Remak* a. a. O. S. 72.

§ 295.

Was die accessorischen Gebilde des Auges angeht, so bedürfen die vier geraden und zwei schiefen Muskeln keiner weiteren Besprechung.

Kürzlich entdeckte *Müller*[1]) ein Analogon des bei Säugethieren vorkommenden Orbitalmuskels auch für den Menschen. Es ist eine grauröthliche, die *Fissura orbitalis inferior* verschliessende Masse, bestehend aus Bündeln glatter Muskelfasern, welche meistens mit elastischen Sehnen versehen sind. Sie erhält blasse marklose, vom *Ganglion sphenopalatinum* kommende Nervenfasern.

Die Augenlider, *Palpebrae*, von dünner fettfreier Haut überzogen, enthalten in ihrem Innern die stützenden Augenlid- oder Tarsalknorpel (§ 124). In der Substanz letzterer treffen wir eingebettet eine eigenthümliche modifizirte Talgdrüsenformation. Es sind dieses die *Meibom*'schen Drüsen. Im oberen Augenlide zählt man für den Menschen gewöhnlich 30—40, im unteren in der Regel nur 20 oder noch weniger. Sie stellen etwa 0,05''' weite Schläuche mit aufsitzenden rundlichen Bläschen dar, sind etwas weniger lang, als der Tarsalknorpel hoch, und münden mit verengtem Gange am hinteren Theile des freien Augenlidrandes aus. Die Drüsenbläschen, 0,05—0,1''' stark, sind umsponnen von einem eleganten Netze mittelstarker Kapillaren. Der Inhalt ist, abgesehen von einem geschichteten Ueberzuge plattenförmiger Zellen im ausführenden Gange, derselbe wie in den Talgdrüsen der äusseren Haut (§ 201).

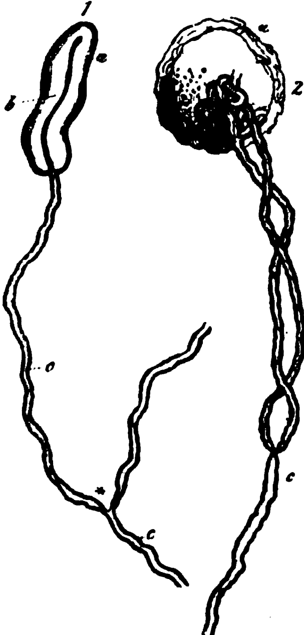
Das Sekret, eine dickliche, weisslichgelbe, an der Luft erhärtende, aus reichlichem Fette bestehende Masse, trägt den Namen der Augenbutter oder des *Sebum palpebrale*. Es ölt den freien Augenlidrand ein.

Die Hinterfläche der Augenlider, ebenso die vordere Partie der Sclerotica, sowie die Hornhaut, werden überkleidet von einer dünnen, weichen Schleimhaut, der sogenannten Bindehaut oder *Conjunctiva*. Man unterscheidet hiernach eine *C. palpebrarum* und eine aus ihrem Uebergang auf den Augapfel entstandene *C. bulbi* mit den Unterabtheilungen der *C. scleroticae* und *corneae*. Letztere jedoch verdient den

Namen einer Schleimhaut nicht mehr, da nur ein geschichtetes Plattenepithelium vorkommt.

Die untere Lage der *Conjunctiva palpebrarum* ist das gewöhnliche, mit elastischen Fasern untermengte Bindegewebe, an der Oberfläche konische und cylindrische Papillen bildend. Das Epithelium, an der Augenlidspalte aus der Oberhaut der Cutis hervorgehend, wurde früher irrthümlich als ein flimmerndes betrachtet (*Henle*). Es besteht vielmehr aus geschichteten, oberwärts abgeplatteten pflasterförmigen Zellen[2]. Sowohl dieser Zellenüberzug als die Bindegewebeschicht setzen sich an der Umbiegungsstelle als *Conjunctiva bulbi* fort. Ersterer geht über die ganze Hornhaut weg (§ 290), nicht aber die bindegewebige Unterlage, welche stark verdünnt an der Peripherie der Cornea in das Gewebe letzterer sich verliert. — Die *Plica semilunaris* endlich ist eine Duplikatur der *Conjunctiva bulbi* und führt in ihrer *Caruncula lacrymalis* gewöhnliche Talgdrüsen.

Fig. 383.



Die Endigung der Nerven der Augenbindehaut in Endkolben. Fig. 1 vom Kalbe. Fig. 2 vom Menschen (nach *Krause*).

Fig. 384.



Eine Knaueldrüse aus der *Conjunctiva bulbi* des Kalbes (nach *Manz*).

Die Gefässe der Bindehaut bieten nichts Auffallendes dar.

Die Nerven der *Conjunctiva bulbi* (Fig. 383. *c*) endigen, wie *Krause* gezeigt hat, bei Mensch und Säugethier in den früher (§ 191) geschilderten Endkolben (*a*).

Die Drüsen sind zweierlei Art. Beim Menschen finden sich in der ganzen Uebergangsgegend der Bindehaut, am reichlichsten aber in der Falte selbst, kleine traubige Schleimdrüschen[3]. Bei den Wiederkäuern unter den Säugethieren dagegen führt die Bindehaut des Augapfels, und zwar der die Hornhaut umgrenzende Theil, in interessanter Weise knauelförmige Schläuche (Fig. 384), welche den bekannten Schweissdrüsen der äusseren Haut (§ 284) sehr nahe verwandt, aber mit kolbig erweitertem Ende ausmündend sind (*Manz*[4]). Man überzeugt sich leicht von der Richtigkeit dieser Angaben.

Die Thränendrüse, *Gl. lacrymalis*, besteht aus Aggregaten traubiger Drüsen, welche, was Form der Läppchen und Bläschen, sowie die Inhaltszellen betrifft, den Speicheldrüsen (§ 222) verwandt erscheinen und mit 7—10 Gängen, die aus einem von Cylinderepithelium bekleideten Bindegewebe bestehen, die Conjunctiva durchbohren. Die Kapillaren der Thränendrüse zeigen die gewöhnliche Anordnung. Die Nervenendigung im Innern des Organs ist noch nicht bekannt.

Der Wegleitungsapparat der Thränen besitzt den gewöhnlichen Bau, eine bindegewebige Wandung und ein Epithelium, welches die pflasterförmige Beschaffenheit noch in den Thränenkanälchen bewahrt, dagegen im Thränensack und Thränengang das Flimmerepithelium der Nase wird.

Was das Sekret endlich betrifft, so stellen die Thränen, *Lacrymae*, eine die Oberfläche des Auges bespühlende Flüssigkeit, zu welcher jedoch auch durch die Hornhaut austretender *Humor aqueus* sich hinzugesellt, eine stark alkalische und schwach salzig schmeckende Masse dar. Die chemische Untersuchung, welche in neuerer Zeit wiederum von *Frerichs*[5]) vorgenommen wurde, zeigt etwa 1% fester Stoffe (0,9—1,3%). Unter diesen erscheint Eiweiss gebunden an Natron (der sogenannte »Thränenstoff« früherer Forscher); dann in Spuren Fette und Extraktivstoffe, sowie Mineralbestandtheile. Unter letzteren ist das Chlornatrium der wesentliche, zurückstehend dagegen die phosphorsauren Alkali- und Erdsalze. Während bei gewöhnlicher Sekretion die Thränen in die Nasenhöhle abfliessen, überströmen sie bei reichlicher Absonderung die Augenlidspalte. Psychische Bedeutung erlangen die Thränen des Menschen beim Weinen.

Anmerkung: 1) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 541. — 2) *Gets, De pterygio. Gottingae* 1852. *Diss*. und *Gegenbaur* in den Würzburger Verhandlungen Bd. 5. S. 17. *Loewig* (a. a. O. S. 129) spricht hier von Cylinderepithelium. — 3) *Krause*'s Anatomie Bd. 1. S. 514; *Sappey* in der *Gazette médicale de Paris*. 1853. p. 528; *Krause* in *Henle*'s und *Pfeufer*'s Zeitschrift. N. F. Bd. 4. S. 337. — 4) Dieselbe Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. 5. S. 122. — 5) S. dessen Artikel: »Thränensekretion« im Handw. d. Phys. Bd. 3. 1. S. 617.

§ 296.

Das Gehörorgan[1]) endlich, das letzte der uns beschäftigenden Sinneswerkzeuge, besteht aus dem der Schallempfindung dienenden inneren Ohre oder Labyrinth und aus vorgelagerten, der Leitung der Schallwellen bestimmten Apparaten. Diese lassen sich wiederum zerspalten in das mittlere Ohr und den von ihm durch das Trommelfell getrennten Aussentheil. Wir beginnen unsere Betrachtung mit letzterem.

Das äussere Ohr zeigt die Ohrmuschel und den äusseren Gehörgang. Die Textur ihrer Knorpel ist § 123 erwähnt worden. Ebenso

bedarf die im Allgemeinen fester mit ihnen verbundene äussere Haut, welche mit Ausnahme des Ohrläppchens fettfrei bleibt, keiner weiteren Erörterung. Die Ohrmuschel führt zahlreiche und oft ansehnliche Talgdrüsen (§ 286), sowie kleinere Schweissdrüsen (§ 284). Auch der *Glandulae ceruminosae* des äusseren Gehörgangs, in welchem sich die Talgdrüsenformation im Uebrigen ebenfalls noch erhält, wurde früher (§ 284) gedacht. Die Muskeln des äusseren Ohres gehören der quergestreiften Formation an (§ 174).

Das Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*[2]), besteht aus einer fibrösen Platte, welche äusserlich von der Lederhaut, einwärts von der Mukosa der Paukenhöhle überkleidet wird. Mit dem sogenannten *Annulus cartilagineus* geht sie in das angrenzende Periost über. Der Ueberzug von der äusseren Haut her zeigt eine sehr dünne Faserlage, welche Drüsen und Papillen verloren hat (letztere erhalten sich jedoch bis in ihre Nähe). Die fibröse Platte wird gebildet durch eine nach aussen gerichtete radiäre Faserschicht und eine nach der Paukenhöhle gekehrte, aus circulären Bündeln gewebte Lage. Als Element erscheint ein unentwickeltes Bindegewebe in Gestalt platter anastomosirender Bänder mit Bindegewebskörperchen (*Gerlach*). Die Schleimhautbekleidung der Innenfläche besitzt ebenfalls eine sehr dünne Faserlage und einige Schichten zarter abgeplatteter Epithelialzellen ohne Flimmercilien, während sonst die Bekleidung der Paukenhöhle durch Wimperzellen geschieht. Das Gefässnetz des Trommelfells ist ein doppeltes (*Gerlach*). Die Nervenendigungen jenes sind noch nicht bekannt.

Das ganze mittlere Ohr mit seinen einzelnen Theilen, sowie den Nebenhöhlen wird von einer dünnen gefässreichen Schleimhaut bekleidet. Ihr Flimmerepithelium zeigt in der *Eustachi*'schen Röhre cylindrische, in der Paukenhöhle und den accessorischen Höhlungen abgeplattete Zellen. Des Knorpels der *Eustachi*'schen Röhre ist § 123 gedacht worden. Ihre Schleimhaut führt traubige Schleimdrüschen. — Die Gehörknöchelchen bestehen aus poröser, von einer dünnen Aussenlage kompakter Masse bedeckter Knochensubstanz. Die Muskeln derselben gehören der quergestreiften Form an (§ 174). Nervenendigungen im mittleren Ohre sind noch nicht gesehen worden.

Anmerkung: 1) *Breschet, Recherches sur l'organe de l'ouie dans l'homme et les animaux vertébrés. 2. Edition. Paris* 1840; *Pappenheim*, Die spezielle Gewebelehre des Gehörorgans. Breslau 1840; *Wharton Jones*, Artikel: »*Organe of hearing*« in der *Cyclopaedia Vol. 2. p.* 529; *Hyrtl*, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845; *Corti* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 3. S. 109; *Reissner, De auris internae formatione. Dorpati* 1851; *Harless*' Artikel: »Hören« im Handw. d. Phys. Bd. 4. S. 811; *Todd* und *Bowman l. c. Vol. 2. p.* 63; *Koelliker*'s Mikr. Anat. Bd. 2. Abth. 2. S. 737 und Handbuch 3te Aufl. S. 657. — 2) *Wharton Jones l. c. p.* 545; *Toynbee* in den *Phil. Transact.* 1851. *P.* 1. *p.* 159; *Tröltsch* in *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 9. S. 91; *Gerlach*'s Mikr. Studien S. 53.

§ 297.

Das innere und eigentliche Gehörorgan besteht aus dem Vorhofe, den halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke. Das Ganze wird von mit wässriger Flüssigkeit erfüllten Blasen und Kanälen eingenommen, in welchen auf membranösen Massen, umgeben von dem Fluidum, die Endigungen des Gehörnerven stattfinden. Letztere sind doppelter Art, einmal zu den Ampullen und Säckchen des Vorhofs und dann zur Spiralplatte der Schnecke.

Vorhof und Innenflächen der halbkreisförmigen Kanäle werden von einem Beinhautüberzug und einfachem Plattenepithelium bekleidet. Die in ihrem Innern vorkommende wasserhelle seröse Flüssigkeit trägt den Namen der *Perilympha* oder *Aquula Cotunnii* und ist als Transsudat der spärlichen Beinhautgefässe zu betrachten. Periost und Schleimhaut der Paukenhöhle setzen vereinigt die in ihrem ganzen Baue dem eigentlichen Trommelfell nicht unähnliche *M. tympani secundaria* her.

Fig. 385.



Otolithen, bestehend aus kohlensaurem Kalk (nach *Funke*).

Die Wände der in der *Perilympha* suspendirten Vorhofssäckchen (des *Sacculus hemiellipticus* und *rotundus*) und halbkreisförmigen Kanäle (*C. semicirculares membranacei*) mit ihren Ampullen bestehen äusserlich aus einem unentwickelten Bindegewebe sternförmiger Bindegewebekörperchen, dann aus einer elastischen und glashellen, aber Kerne führenden Innenlage, bekleidet von einfachem Plattenepithelium. Durch die im Allgemeinen zahlreichen Blutgefässe dieser Wände kommt es zur Bildung einer zweiten wässrigen Flüssigkeit, der sogenannten *Endolympha s. Aquula vitrea auditiva*, welche die betreffenden Binnenräume erfüllt.

Da wo die gleich zu besprechende Nervenausbreitung in den Vorhofssäckchen stattfindet, liegen, umschlossen von einem besonderen Häutchen, in Gestalt eines weissen Fleckchens die Haufen der Gehörsteine oder Otolithen (Fig. 385), kleine, wohl säulchenförmige Krystalle mit einer ausserordentlich wechselnden Grösse von 0,004 — 0,00085''' und noch viel weniger. Auch die *Canales semicirculares membranacei* enthalten einzelne derselben. Sie bestehen wesentlich aus kohlensaurem Kalke; sollen aber nach manchen Angaben bei Behandlung mit Säuren eine organische Grundlage zurücklassen[1]).

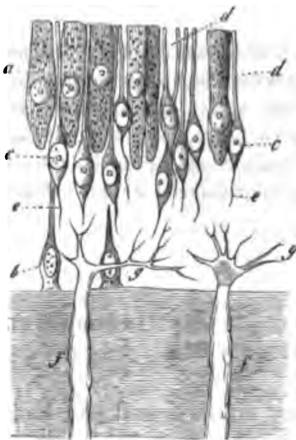
Anmerkung: 1) *Huschke* in *Froriep*'s Notizen Bd. 33. S. 33 und in der Isis 1833. S. 675 und 1834 S. 107; *Krieger, De otolithis. Berolini* 1840. *Diss.; Krause* in *Müller*'s Archiv 1837. S. 1; *Schmidt*, Entwurf einer allgemeinen Untersuchungsmethode der Säfte und Exkrete S. 87; *Wharton Jones l. c. p.* 589; *Robin* und *Verdeil, Chimie anatomique Vol.* 2. *p.* 229.

§ 298.

Es ist uns noch die Nervenausbreitung des *Acusticus*[1]), wie sie an den beiden Vorhofssäckchen und den häutigen Ampullen vorkommt, übrig geblieben. Die Nervenfasern liefert für den *Sacculus hemiellipticus* und die Ampullen der *N. vestibuli*, für den *Sacculus rotundus* der sogenannte *N. saccularis minor*, ein Ast des Schneckennerven. Sie treten in Duplikaturen der Wandungen, welche namentlich in den Ampullen deutlich und scheidewandartig in den Hohlraum vorspringend sind, ein, theilen sich hier in Aeste, um dann unter weiteren Zerspaltungen nach der freien Innenfläche der Wandung zu verlaufen. Alle Nervenfasern bleiben aber auf diesen Vorsprung, das sogenannte *Septum nerveum*, beschränkt; keine erreicht mehr angrenzende Theile der Ampullen.

Während man früher nach den ersten Untersuchungen von *Valentin* und *Wagner* Terminalschlingen annahm, erkannte man später allgemein das Irrthümliche dieser Anschauung und überzeugte sich, dass noch eine weitere feinere Zerspaltung der dem Ende entgegeneilenden Nervenröhre existirt. Aber erst *Schultze* hat in der neuesten Zeit hier sichere Resultate zu erlangen gewusst, welche von grossem Interesse sind, indem sie die nahe Verwandtschaft zwischen den Endigungen der höheren Sinnesnerven darthun (Fig. 386). Sie betreffen allerdings nicht den Menschen und das Säugethier, sondern die Rochen und Haie. Doch dürfte auch für die höchsten Geschöpfe, für die Säugethiere und den Menschen, die Textur eine sehr ähnliche oder die gleiche sein.

Fig. 386.



Aus der *Crista acustica* der Ampullen von *Raja clavata* nach *Schultze*. *a* Cylinderzellen; *b* Basalzellen; *c* Faserzellen mit dem oberen stäbchenförmigen *d* und unteren fein fibrillären Fortsatz *e*; *f* Nervenfasern, bei *g* zu blassen sich ramifizirenden Achsencylindern werdend.

Untersucht man dieses *Septum nerveum* näher, so bemerkt man die einspringende Leiste (*Crista acustica* von *Schultze*) beiderseits mit einem dickeren weicheren und breiigen Ueberzug, der auf dem Durchschnitte wie der Hut eines Pilzes erscheint) und erkennt leicht durch das Mikroskop, dass das gewöhnliche einfache Pflasterepithelium der Innenfläche einem anderen, nämlich einem gehäuften, Platz gemacht hat, dessen oberste Zellen (*a*), cylindrisch und mit gelblichen Körnchen versehen, der Zellenformation der *Regio olfactoria* (§ 288) höchst ähnlich erscheinen.

Und in der That endigen auch

im *Septum nerveum* zwischen jenen Cylindern die Nervenfasern des *Acusticus*, wie wir es früher für die Olfactoriuselemente kennen gelernt haben.

Indessen ist die Textur dieser Lokalität eine sehr verwickelte und keineswegs sicher erkannte.

Zuerst bemerkt man die freie Oberfläche der ganzen gelblichen Schicht durch einen Wald ungemein langer (bis 0,04‴ messender) steifer Härchen überragt, welche auf stäbchenförmigen, das Licht stark brechenden Körperchen aufsitzen. Dann erscheint in der Tiefe und an der Grenze der faserigen Unterlage, mit verbreiterter Basis aufruhend (*b*), noch eine andere Zellenformation (die Basalzelle von *Schultze*). Endlich zeigt sich, und zwar in grösster Menge, eine sehr kleine, farblose, rundliche oder spindelförmige Zelle (Fadenzelle, *Schultze*), die nach zwei entgegengesetzten Enden Fortsätze absendet (*c*). Der obere (*d*) ist der dickere, von stäbchenartiger Gestalt und an der Oberfläche der so komplizirten Epitheliallage mit abgestutztem Ende aufhörend. Der untere (*e*) ist der feinere; er steigt senkrecht gegen die bindegewebige Unterlage herab. Die Nervenfasern (*f*) scheinen an der Grenze der faserigen gegen die epitheliale Schicht auf den ersten Blick zu endigen, gehen aber nur in blasse Achsencylinder über, welche in die Epithelialmasse eindringen und hier sich weiter zertheilen (*g*), so dass sie nach wiederholten Ramifikationen schliesslich in Form höchst feiner Fädchen der Beobachtung entschwinden. Es ist, wenn auch noch nicht sicher nachgewiesen, doch kaum einem Zweifel unterliegend, dass diese Terminalfibrillen in den unteren Ausläufer der Fadenzellen übergehen[2]). Auch in den Otolithensäcken der Fische kommen ähnliche Verhältnisse vor; ebenso im Vestibulum der Säuger (*Schultze*, *Koelliker*[3])).

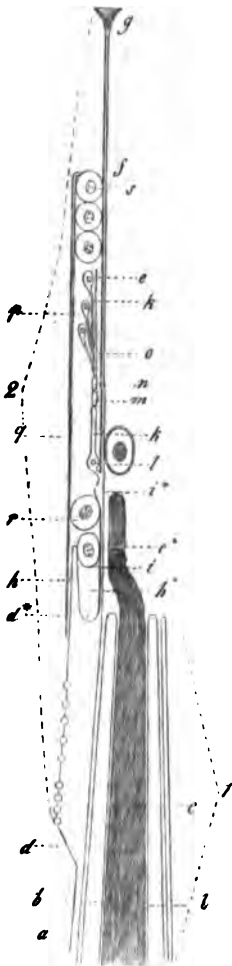
Anmerkung. 1) *Steifensand* in *Müller*'s Archiv 1835. S. 171; *Wagner*'s Neurol. Untersuchungen S. 143; *Reich* in *Ecker*'s Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1857. S. 24; *Schultze* in *Müller*'s Archiv 1858. S. 343 und *Koelliker*'s Handbuch S. 662. — 2) Man vergl. die Verhältnisse des Geruchsorganes § 288 und Fig. 371. — 3) Beim Ochsen sah *Koelliker* die Nerven in die betreffende Epitheliallage des Vestibulum eindringen, fand das Epithelium als ein aus zweierlei Zellen gebildetes und bestätigt auch das Vorkommen steifer Haare.

§ 299.

Die Schnecke, *Cochlea*, endlich erscheint mit einem wunderbar komplizirten und bis zur Stunde räthselhaften Bau, dessen erste Entdeckung man *Corti*[1]) verdankt.

Bekanntlich ist dieselbe beim Menschen ein zwei und eine halbe Windung machender spiralförmiger Kanal, welcher in seiner ganzen Länge durch das sogenannte Spiralblatt, die *Lamina spiralis*, in zwei Abtheilungen, die Treppen oder *Scalae* getheilt wird, eine obere, die Vorhofstreppe, *Scala vestibuli*, und eine untere, die Paukentreppe, *Sc. tympani*. Die Spiralplatte (Fig. 387) ist eine aus einem knöchernen (1) und einem häutigen (2) Streifen zusammengesetzte Schei-

Fig. 887.



Die *Lamina spiralis* der Schnecke des Säugethiers im Vertikalschnitte nach *Corti*. 1 Die Endpartie der *Lamina spiralis ossea*. 2 Die *L. sp. membranacea*. *a* Periost der ersteren; *b* ihre beiden Knochenlamellen; *c* der *Nervus Cochleae* mit seinem scheinbaren Ende c'; *d*—*d** *Habenula sulcata*; *d**—*e* die *H. denticulata*; *f* *Zona pectinata*; *g* ihr ligamentöser Uebergang in das Periost der Schnecke; *i* der *Semicanalis spiralis*; *h* Zähne erster Ordnung; *i* scheinbare Zähne; *kk* Zähne zweiter Ordnung; *l* kernhaltige Anschwellung am Beginn des ersten Glieds; *mn* die beiden Gelenkstücke; *o* das vorderste Glied, welches drei kolbige Zellen *p* trägt; *q* Deckmembran der *Habenula denticulata*; *r* und *s* Epithelialzellen.

dewand. Gerade den letzteren Theil, die *Lamina spiralis membranacea*, betreffen die *Corti*'schen Untersuchungen.

Im Uebrigen sind die Gänge der Cochlea von einem Perioste und einem Ueberzuge zarter pflasterförmiger Zellen ausgekleidet und mit derselben serösen Flüssigkeit erfüllt, wie sie im Vorhof und den halbkreisförmigen Kanälen vorkommt.

Die knöcherne Spiralplatte wird zwischen ihren beiden Lamellen (*b*) von einem kommunizirenden Gangwerk durchsetzt, das am freien Rand der knöchernen Scheidewand zu einer Randspalte zusammentritt. In letzterer, sowie in den Gängen (*c*) verlaufen die Faserbündel des *N. cochleae*. Die häutige Platte oder Zone, die *Membrana basilaris*, zerfällt nach *Corti* in zwei Partieen, die breitere innere, *Zona denticulata* (*d. e*), und die schmälere äussere, *Z. pectinata* (*f*).

Die *Z. denticulata* unterscheidet sich nun wiederum in zwei Partieen: 1) in die nach innen gelegene *Habenula interna s. sulcata* (*d*—*d**) und 2) in die nach auswärts befindliche *H. externa* oder *denticulata* (*d**—*e*). Erstere springt mit furchenartigem Aussenrande (*h. i*) in die *Scala vestibuli* ein und ist aus einerReihe gedrängt neben-

einander stehender kammförmiger länglicher Vorsprünge, den Zähnen erster Ordnung (*h*) gebildet. Aehnlich beschaffene, aber mehr und mehr nach einwärts sich verkürzende Wülste erscheinen auch über den Innentheil der *Habenula sulcata*. Der Boden der Furche, des sogenannten *Semicanalis spiralis*, wird von dem Anfangstheile der *H. denticulata* hergestellt. Diese (*d*—e*) bleibt nach der *Scala tympani* hin glatt, während die obere Fläche, welche nach der Vorhofstreppe kehrt, sehr eigenthümliche Vorsprünge und Fortsätze erkennen lässt. Als erste dieser Bildungen erscheinen längliche Vorsprünge (*i**), (die scheinbaren Zähne), dann nach auswärts die verwickelt gebauten Zähne der zweiten Ordnung (*kk*). An ihnen bemerkt man zuerst eine gestreckte, einwärts erweiterte und hier den Kern beherbergende Zelle (*l*). An die Aussenwand letzterer stossen drei breite Stäbchen (*Coni articulares*) an, von welchen die beiden inneren (*m. n*), die Gelenkstücke, kürzer und einfach geendigt sind, während das dritte äusserste (*o*) länger und am Ende gablig getheilt erscheint. Auf diesem zweispitzig auslaufenden letzten Gebilde bemerkt man je drei Zellen (*p*), welche mit einem verschmälerten Fortsatze angewachsen sind. Das Ganze erhielt durch *Koelliker* den Namen des *Corti*'schen Organs. — Die *Habenula denticulata* erscheint dann vom *Semicanalis spiralis* an bis zu den Zähnen zweiter Ordnung von rundlichen Epithelialzellen belegt (*r*) und einer äussersten zarten Membran (*q*) überkleidet.

Die *Zona pectinata* (*f*) endlich ist eine streifige Haut, welche mit verdicktem Saume, dem sogenannten *Ligamentum spirale* (*g*) an die Aussenwand der Cochlea sich ansetzt. Sie trägt ebenfalls eine Epithelialbekleidung (*s*) und über letzterer die gleiche umhüllende Membran, welche uns auf der *Zona denticulata* entgegengetreten war (*q*).

Ueber die Nerven theilte *Corti* mit, dass in der Nähe des Austrittes aus der knöchernen Spiralplatte in die Primitivfaser je eine ziemlich kleine Ganglienzelle eingeschoben sei. Die Endigung der Primitivfasern sollte frei am Innentheile der *Habenula denticulata* gegen die Vorhofstreppe hin stattfinden.

Dieses ergab sich im Allgemeinen als erstes Resultat der *Corti*'schen Forschungen.

Anmerkung: 4) a. a. O.

§ 300.

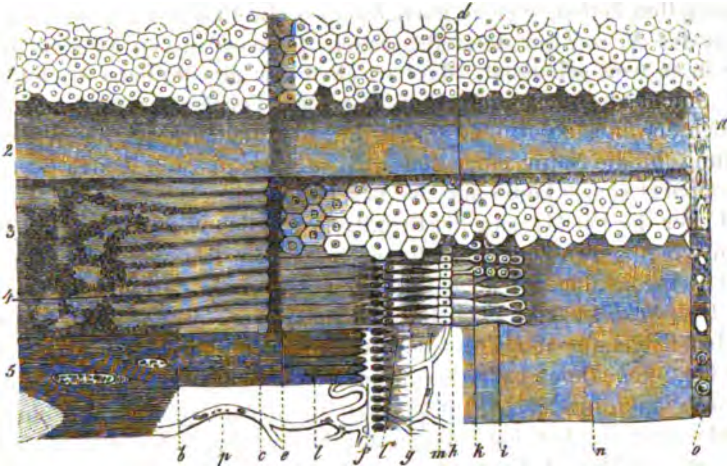
Es ist begreiflich, dass diese wunderbaren Strukturverhältnisse, wie sie der italienische Forscher kennen gelehrt hatte, andere Mikroskopiker zu erneuten Untersuchungen aufforderten. Durch die Arbeiten von *Koelliker*[1]), *Claudius*[2]), *Boettcher*[3]) und *Schultze*[4]) ist unser Wissen wesentlich gefördert worden.

Nach den Beobachtungen des ersteren der vier Beobachter sollten die Nervenfasern nicht, wie *Corti* angenommen hatte, unter der *Habenula denticulata* frei nach der *Scala tympani* hin endigen, sondern vielmehr zwischen den scheinbaren Zähnen durch Löcher (*Habenula perforata*) in die Vorhofstreppe gelangen und in die *Corti*'schen Zähne zweiter Ordnung

auslaufen, so dass die gekernte Zelle (Fig. 387. *l*) die Bedeutung einer eingeschobenen bipolaren Ganglienzelle und die weiter nach aussen befindlichen, je drei kolbigen Zellen(*p*)die Natur terminaler Ganglienkörper besässen.

Während die Existenz der sogenannten *Habenula perforata Koelliker*'s auch durch die Nachfolger bestätigt worden ist, ergaben sich völlig andere Resultate hinsichtlich des Endigens der Nervenfasern und weitere Bereicherungen zur Texturlehre des merkwürdigen Organs (Fig. 388).

Fig. 388.



Die häutige Spiralplatte aus der *Cochlea* des Schweins, von oben (der *Scala vestibuli* her) gesehen (Kopie nach *Ecker*). Die verschiedenen Schichten sind dabei von oben nach unten stückweise so abgetragen, dass man das Ganze überblickt. 1 Die Oberfläche der *Corti*'schen Membran mit Pflasterepithelium bedeckt. 2 Diese Haut ohne Zellenüberzug; bei *a* an die äussere Schneckenwand (als *Ligamentum membrana tectoriae*) sich ansetzend. 3 Die *Habenula sulcata* mit den Zähnen *b* und dem freien Rande *c*; nach rechts bei *d* erscheinen die Parenchymzellen, welche den freien Raum zwischen der Deckhaut und der *Membrana basilaris* ausfüllen. 4 Das frei gelegte *Corti*'sche Organ mit den scheinbaren Zähnen *e*; *f* ovale Grübchen mit austretenden Nervenfädchen *l** (*Koelliker*'s '*Habenula perforata*); *g* Die Innentheile der Zähne zweiter Ordnung; *i* die Aussentheile; *h* die Verbindungsstücke; *k* die sogenannten terminalen Ganglienzellen von *Koelliker*. 5 Die *Habenula sulcata* ist nach links bis zur *Habenula perforata* entfernt und die Bündel des Schneckennerven *l* liegen frei; *m* die frei gelegte *Membrana basilaris* der *Habenula denticulata*; *n* die *Zona pectinata*, mit dem *Ligamentum membranae basilaris* *o* an das Periost der äussern Schneckenwand sich ansetzend.

So ist von allen Dingen der Umstand von grösster Wichtigkeit, dass der *Corti*'sche Apparat (4) durchaus nicht frei gegen die Vorhofstreppe gelagert ist, sondern vielmehr bedeckt wird von der *Corti*'schen Deckmembran (2), welche herübergespannt vom Rande der *Habenula sulcata* zum Beinhautüberzuge der Aussenwand der Cochlea verläuft und sich hier verbreitert als sogenanntes *Ligamentum membranae tectoriae* ansetzt (*a*). Bekleidet wird diese Haut oberwärts von einem Plattenepithelium (1). Diese kontinuirliche Deckmembran bildet mit der *Membrana basilaris* einen ganz geschlossenen Kanal, welcher von soliden Zellemassen erfüllt ist (*d*).

Unter und zwischen diesen treffen wir erst die einzelnen Theile des *Corti*'schen Organs.

Ebenso sind die Resultate über die sogenannten Zähne zweiter Ordnung andere geworden.

Die Aussentheile derselben endigen einmal nicht frei, wie *Corti* angenommen hatte, und dann sind ihre äusseren Glieder nicht einfach die Fortsetzungen der inneren, sondern es tragen vielmehr immer drei der inneren Glieder (*h*) nur je zwei der äusseren auf ihren Enden (*i*). Auch die gestielten Zellen, welche nach *Koelliker* die Endigungen der Primitivröhren des *N. cochleae* darstellen sollen (*k*), werden von *Schultze* neuerdings in so weit geläugnet, dass es eben nur gewöhnliche Ausfüllungszellen, nicht aber besondere Gebilde seien. Ferner spricht *Schultze* dem rundlich erweiterten Anfangstheile des Grundgliedes der Zähne zweiter Ordnung (*g*) die Natur einer Zelle ab. Ebenso hat der ganze *Corti*'sche Zahnapparat sicher keine nervöse Beschaffenheit.

Ueber die Endigung der Primitivfasern des *N. cochleae* endlich befinden wir uns zur Zeit ebenfalls noch sehr im Dunkeln. *Boettcher* behauptet eine schlingenförmige Endigung am Rande der knöchernen Spiralplatte. *Schultze* gibt nach Untersuchungen am Hunde und der Katze hierüber Folgendes an: Unter dem Anfangstheile der Zähne zweiter Ordnung liegt eingeklemmt eine kleine sehr vergängliche Zelle, welche, indem sie durch jenen hindurchschimmert, zu der oben erwähnten Täuschung (*g*) Veranlassung gegeben hat. Durch die Löcher der *Habenula perforata* (*f*) treten als marklose Achsencylinder die Nervenröhren. Entfernt man das nur sehr lose mit der *Membrana basilaris* verbundene *Corti*'sche Organ, so kommt ein reiches Lager blasser, variköser Nervenfasern hervor, deren Ursprung von den Fasern, die aus den Löchern der *Habenula perforata* heraustreten, wenigstens theilweise darzuthun ist. Es bleiben jene varikösen Nervenfasern aber nicht allein unter den Zahnmassen des *Corti*'schen Organes, sondern gelangen auch theilweise zwischen diesen empor. Hier laufen sie dann zu kleinen, sehr vergänglichen Zellen. Zu letzteren gehören namentlich einmal die schon mehrfach erwähnten, unter den Anfängen der inneren Zahnreihen gelegenen; dann andere, welche unter den Gelenkverbindungen der äusseren Stücke jener Zahnreihen und besonderer von *Schultze* entdeckter accessorischer Theile derselben[5]) eingeklemmt gefunden werden.

Anmerkung. 1) S. dessen Mikrosk. Anat. S. 743, und die Gratulationsschrift: Ueber die letzten Endigungen des *Nervus cochleae* und die Funktion der Schnecke. Würzburg 1854, sowie Handbuch 3te Aufl. S. 663. — 2) *Siebold*'s und *Koelliker*'s Zeitschrift Bd. 7. S. 154 (ebenso die 19te Tafel der *Icon. phys.* von *Ecker*). — 3) *Observationes microscopicae de ratione, qua nervus cochleae mammalium terminatur. Dorpati* 1856. *Diss.* — 4) *Müller*'s Archiv 1858. S. 371. — 5) Es erscheint für die elementaren Zwecke unserer Arbeit überflüssig, diese so verwickelte und kontroverse Materie weiter zu besprechen. Wir verweisen im Uebrigen auf die neueste Publikation *Koelliker*'s (Handbuch S. 668).

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Druckfehler.

Man bittet folgende erheblichere Fehler vor dem Lesen zu verbessern:

Seite 58 Zeile 5 von oben ist die Formel des Kreatinins $C_8 H_7 N_3 O_2$ zu lesen.
- 121 - 3 von unten statt Zellenhülle lies Zellenhöhle.
- 125 - 19 - - - Leberzelle - Leberzellen.
- 128 - 13 - oben ist hinter *Funke* und *Koelliker* das Zeichen [3]) weggefallen.
- 128 - 8 - unten statt freien lies feinen.
- 143 in der Erklärung von Fig. 81 statt letzteren lies letztere.
- 144 Zeile 16 von unten statt Fasern, Zellen lies Faserzellen.
- 149 - 17 - oben - *Donders*, *Siebold* und *Koelliker* (Zeitschrift) lies *Donders* (*Siebold* und *Koelliker*, Zeitschrift).
- 154 - 14 - unten statt Buches lies Faches.
- 160 - 5 - oben statt farbigeren lies farbigen.
- 168 - 5 - - - abgesprochen lies abzusprechen.
- 169 - 13 - unten fällt das Zeichen [3]) aus.
- 173 - 18 - - ist hinter Blutkrystalle das Zeichen [1]) weggefallen.
- 221 - 11 - - statt Darmschäfte lies Darmsäfte.
- 275 - 16 - - - letzterem - letzteren.
- 298 - 13 - - - Gefässhäute des Gehirns und Auges lies Gefässhäute des Gehirns, Rückenmarks und Auges.
- 316 - 1 - oben statt (Fig. 187) lies (Fig. 190).
- 378 - 13 - - ist hinter Rückenmark das Wort vor zu streichen.
- 394 - 21 - - statt führen lies führt.
- 458 - 8 - unten statt Letztere — erstere, lies Letzteres — ersteres.
- 463 - 22 - - ist hinter *Nuhn* das Zeichen [1]) weggefallen.
- 464 - 10 - oben ist vor *Sachs* das Zeichen [3]) weggefallen.
- 471 - 18 u. 19 von unten statt der — er lies das — es.
- 475 - 3 von oben statt (Fig. 306) lies (Fig. 305) und Zeile 6 statt (*c*) lies (Fig. 306. *c*).
- 479 - 10 - unten statt (Fig. 312) lies (Fig. 312 u. 313).
- 480 - 1 - - - (Fig. 315. *a*) lies (Fig. 314. *a*).
- 488 - 1 - - - das einfach - den einfachen.
- 494 - 10 - oben - es lies sie.
- 509 - 8 - unten ist hinter Lage das Zeichen [2]) weggefallen.
- 510 - 17 - oben statt (*b*) lies (*c*).
- 525 - 11 - - - *Comptes* lies *Comptes rendus*.


COUNTWAY LIBRARY
HC 38M8 R

